

## PCT COOPERATION TREATY

P

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 01 March 2000 (01.03.00)	
International application No. PCT/FI99/00477	Applicant's or agent's file reference 2980318PC/su
International filing date (day/month/year) 01 June 1999 (01.06.99)	Priority date (day/month/year) 03 June 1998 (03.06.98)
Applicant BERGENWALL, Martin et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

29 December 1999 (29.12.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 18 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Claudio Borton Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

TENT COOPERATION TREA

- 2 - 11 - 1999

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

KOLSTER OY AB  
Iso Roobertinkatu 23  
P.O. Box 148  
FIN-00121 Helsinki  
FINLANDE

Date of mailing (day/month/year) 28 October 1999 (28.10.99)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 2980318PC/su	
International application No. PCT/FI99/00477	International filing date (day/month/year) 01 June 1999 (01.06.99)

## 1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant
                 
 ☐ the inventor
                 
 ☐ the agent
                 
 ☐ the common representative

## Name and Address

NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY  
Keilalahdentie 4  
FIN-02150 Espoo  
Finland

## State of Nationality

FI

## State of Residence

FI

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person
                 
 ☒ the name
                 
 ☐ the address
                 
 ☐ the nationality
                 
 ☐ the residence

## Name and Address

NOKIA NETWORKS OY  
Keilalahdentie 4  
FIN-02150 Espoo  
Finland

## State of Nationality

FI

## State of Residence

FI

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 3. Further observations, if necessary:

## 4. A copy of this notification has been sent to:

<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned
<input checked="" type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input type="checkbox"/> the elected Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Ingrid Aulich

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

0 0-1	For receiving Office use only International Application No.	PCT/FI 99 / 0 0 4 7 7
0-2	International Filing Date	0 1 JUN 1999 ( 0 1. 06. 99 )
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	The Finnish Patent Office PCT International Application
0-4 0-4-1	Form - PCT/RO/101 PCT Request Prepared using	PCT-EASY Version 2.84 (updated 01.04.1999)
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	National Board of Patents and Registration (Finland) (RO/FI)
0-7	Applicant's or agent's file reference	2980318PC/su
I	Title of invention	DATA TRANSMISSION METHOD IN A TELECOMMUNICATION SYSTEM
II II-1 II-2 II-4 II-5	Applicant This person is: Applicant for Name Address:	applicant only all designated States except US NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY Keilalahdentie 4 FIN-02150 Espoo Finland
II-6 II-7	State of nationality State of residence	FI FI
III-1 III-1-1 III-1-2 III-1-4 III-1-5	Applicant and/or inventor This person is: Applicant for Name (LAST, First) Address:	applicant and inventor US only BERGENWALL, Martin Heinjoenpolku 3 A 6 FIN-02140 Espoo Finland
III-1-6 III-1-7	State of nationality State of residence	FI FI

## PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

III-2	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-2-1	This person is:	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	RINNE, Mikko, J
III-2-5	Address:	Tallbergin puistotie 1 C 25 FIN-00200 Helsinki Finland
III-2-6	State of nationality	FI
III-2-7	State of residence	FI
III-3	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-3-1	This person is:	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	IMMONEN, Jukka
III-3-5	Address:	Vahverotie 5 L FIN-02730 Espoo Finland
III-3-6	State of nationality	FI
III-3-7	State of residence	FI
III-4	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-4-1	This person is:	applicant and inventor
III-4-2	Applicant for	US only
III-4-4	Name (LAST, First)	OHVO, Mikko
III-4-5	Address:	Johanbergintie 102 FIN-04660 Numminen Finland
III-4-6	State of nationality	FI
III-4-7	State of residence	FI
III-5	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-5-1	This person is:	applicant and inventor
III-5-2	Applicant for	US only
III-5-4	Name (LAST, First)	RÄSÄNEN, Juha
III-5-5	Address:	Pensaskertuntie 8 A FIN-02660 Espoo Finland
III-5-6	State of nationality	FI
III-5-7	State of residence	FI
IV-1	<b>Agent or common representative; or address for correspondence</b>	
	The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name	KOLSTER OY AB
IV-1-2	Address:	Iso Roobertinkatu 23 P.O. Box 148 FIN-00121 Helsinki Finland
IV-1-3	Telephone No.	+ 358 9 618 821
IV-1-4	Facsimile No.	+ 358 9 602 244
IV-1-5	e-mail	Kolster@Kolster.Fi

## PCT REQUEST


2980318PC/su

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

V	Designation of States	
V-1	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AP: GH GM KE LS MW SD SZ UG ZW and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT</p> <p>EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT</p> <p>EP: AT BE CH&amp;LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT</p> <p>OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT</p>
V-2 ...	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AE AL AM AT (patent and utility model)</p> <p>AU AZ BA BB BG BR BY CA CH&amp;LI CN CU CZ (patent and utility model) DE (patent and utility model) DK (patent and utility model) EE (patent and utility model) ES FI (patent and utility model) GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MD MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK (patent and utility model) SL TJ TM TR TT UA UG US UZ VN YU ZA ZW</p>
V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.	
V-6	Exclusion(s) from precautionary designations	NONE
VI-1	Priority claim of earlier national application	
VI-1-1	Filing date	03 June 1998 (03.06.1998)
VI-1-2	Number	981261
VI-1-3	Country	FI

## PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

VI-2	Priority claim of earlier national application		
VI-2-1	Filing date	23 June 1998 (23.06.1998)	
VI-2-2	Number	981441	
VI-2-3	Country	FI	
VI-3	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1, VI-2	
VII-1	International Searching Authority Chosen	Swedish Patent Office (ISA/SE)	
VIII	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
VIII-1	Request	4	-
VIII-2	Description	18	-
VIII-3	Claims	7	-
VIII-4	Abstract	1	2980318p.txt
VIII-5	Drawings	5	-
VIII-7	TOTAL	35	
	Accompanying items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓	-
VIII-10	Copy of general power of attorney	✓	-
VIII-16	PCT-EASY diskette	-	diskette
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	6A-6C	
VIII-19	Language of filing of the international application	Finnish	
IX-1	Signature of applicant or agent	 Tapio Äkräs	
IX-1-1	Name	KOLSTER OY AB	

## FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	01 JUN 1999	01-06-1999
10-2	Drawings:		
10-2-1	Received		
10-2-2	Not received		
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application		
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)		
10-5	International Searching Authority	ISA/SE	
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid		

## FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

# RECORD COPY

1/4

## PCT REQUEST

2980318PC/su

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

0	<b>For receiving Office use only</b>	
0-1	International Application No.	PCT/FI 99 / 0 0 4 7 7
0-2	International Filing Date	01 JUN 1999 ( 01. 06. 99 )
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	The Finnish Patent Office PCT International Application
0-4	<b>Form - PCT/RO/101 PCT Request</b>	
0-4-1	Prepared using	PCT-EASY Version 2.84 (updated 01.04.1999)
0-5	<b>Petition</b> The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	<b>Receiving Office (specified by the applicant)</b>	National Board of Patents and Registration (Finland) (RO/FI)
0-7	<b>Applicant's or agent's file reference</b>	2980318PC/su
I	<b>Title of invention</b>	DATA TRANSMISSION METHOD IN A TELECOMMUNICATION SYSTEM
II	<b>Applicant</b>	
II-1	This person is:	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY
II-5	Address:	Keilalahdentie 4 FIN-02150 Espoo Finland
II-6	State of nationality	FI
II-7	State of residence	FI
III-1	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-1-1	This person is:	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	BERGENWALL, Martin
III-1-5	Address:	Heinjoenpolku 3 A 6 FIN-02140 Espoo Finland
III-1-6	State of nationality	FI
III-1-7	State of residence	FI

## PCT REQUEST

2980318PC/su

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

III-2	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-2-1	This person is:	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	RINNE, Mikko, J
III-2-5	Address:	Tallbergin puistotie 1 C 25 FIN-00200 Helsinki Finland
III-2-6	State of nationality	FI
III-2-7	State of residence	FI
III-3	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-3-1	This person is:	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	IMMONEN, Jukka
III-3-5	Address:	Vahverotie 5 L FIN-02730 Espoo Finland
III-3-6	State of nationality	FI
III-3-7	State of residence	FI
III-4	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-4-1	This person is:	applicant and inventor
III-4-2	Applicant for	US only
III-4-4	Name (LAST, First)	OHVO, Mikko
III-4-5	Address:	Johanbergintie 102 FIN-04660 Numminen Finland
III-4-6	State of nationality	FI
III-4-7	State of residence	FI
III-5	<b>Applicant and/or inventor</b>	
III-5-1	This person is:	applicant and inventor
III-5-2	Applicant for	US only
III-5-4	Name (LAST, First)	RÄSÄNEN, Juha
III-5-5	Address:	Pensaskertuntie 8 A FIN-02660 Espoo Finland
III-5-6	State of nationality	FI
III-5-7	State of residence	FI
IV-1	<b>Agent or common representative; or address for correspondence</b>	
	The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name	KOLSTER OY AB
IV-1-2	Address:	Iso Roobertinkatu 23 P.O. Box 148 FIN-00121 Helsinki Finland
IV-1-3	Telephone No.	+ 358 9 618 821
IV-1-4	Facsimile No.	+ 358 9 602 244
IV-1-5	e-mail	Kolster@Kolster.Fi



## PCT REQUEST

2980318PC/su


Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

<b>V</b>	<b>Designation of States</b>	
<b>V-1</b>	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AP: GH GM KE LS MW SD SZ UG ZW and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT</p> <p>EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT</p> <p>EP: AT BE CH&amp;LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT</p> <p>OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT</p>
<b>V-2</b>	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AE AL AM AT (patent and utility model)</p> <p>AU AZ BA BB BG BR BY CA CH&amp;LI CN CU CZ (patent and utility model) DE (patent and utility model) DK (patent and utility model) EE (patent and utility model) ES FI (patent and utility model)</p> <p>GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MD MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK (patent and utility model) SL TJ TM TR TT UA UG US UZ VN YU ZA ZW</p>
<b>V-5</b>	<b>Precautionary Designation Statement</b> In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.	
<b>V-6</b>	<b>Exclusion(s) from precautionary designations</b>	<b>NONE</b>
<b>VI-1</b>	<b>Priority claim of earlier national application</b>	
VI-1-1	Filing date	03 June 1998 (03.06.1998)
VI-1-2	Number	981261
VI-1-3	Country	FI

## PCT REQUEST

2980318PC/su

Original (for SUBMISSION) - printed on 01.06.1999 01:17:50 PM

VI-2	Priority claim of earlier national application		
VI-2-1	Filing date	23 June 1998 (23.06.1998)	
VI-2-2	Number	981441	
VI-2-3	Country	FI	
VI-3	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1, VI-2	
VII-1	International Searching Authority Chosen	Swedish Patent Office (ISA/SE)	
VIII	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
VIII-1	Request	4	-
VIII-2	Description	18	-
VIII-3	Claims	7	-
VIII-4	Abstract	1	2980318p.txt
VIII-5	Drawings	5	-
VIII-7	TOTAL	35	
	Accompanying items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓	-
VIII-10	Copy of general power of attorney	✓	-
VIII-16	PCT-EASY diskette	-	diskette
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	6A-6C	
VIII-19	Language of filing of the international application	Finnish	
IX-1	Signature of applicant or agent	 Tapio Äkräs	
IX-1-1	Name	KOLSTER OY AB	

## FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	01 JUN 1999	01-06-1999
10-2	Drawings:		
10-2-1	Received		
10-2-2	Not received		
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application		
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)		
10-5	International Searching Authority	ISA/SE	
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid		

## FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	21 JULY 1999	21.07.99
------	--	--------------	----------

2. sukupolven radioaccess 1/5

Fig. 1

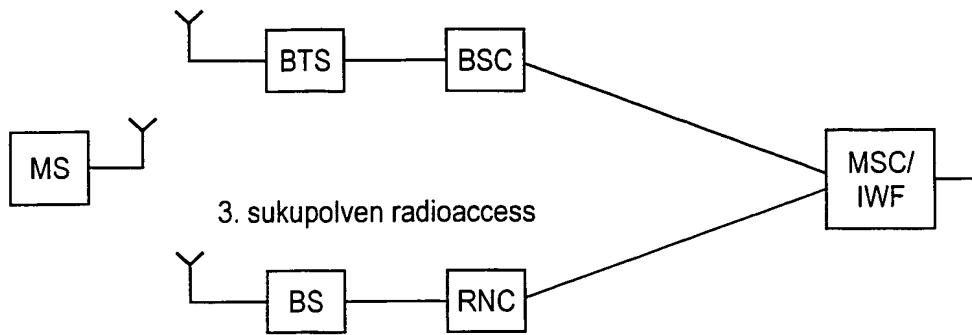


Fig. 2

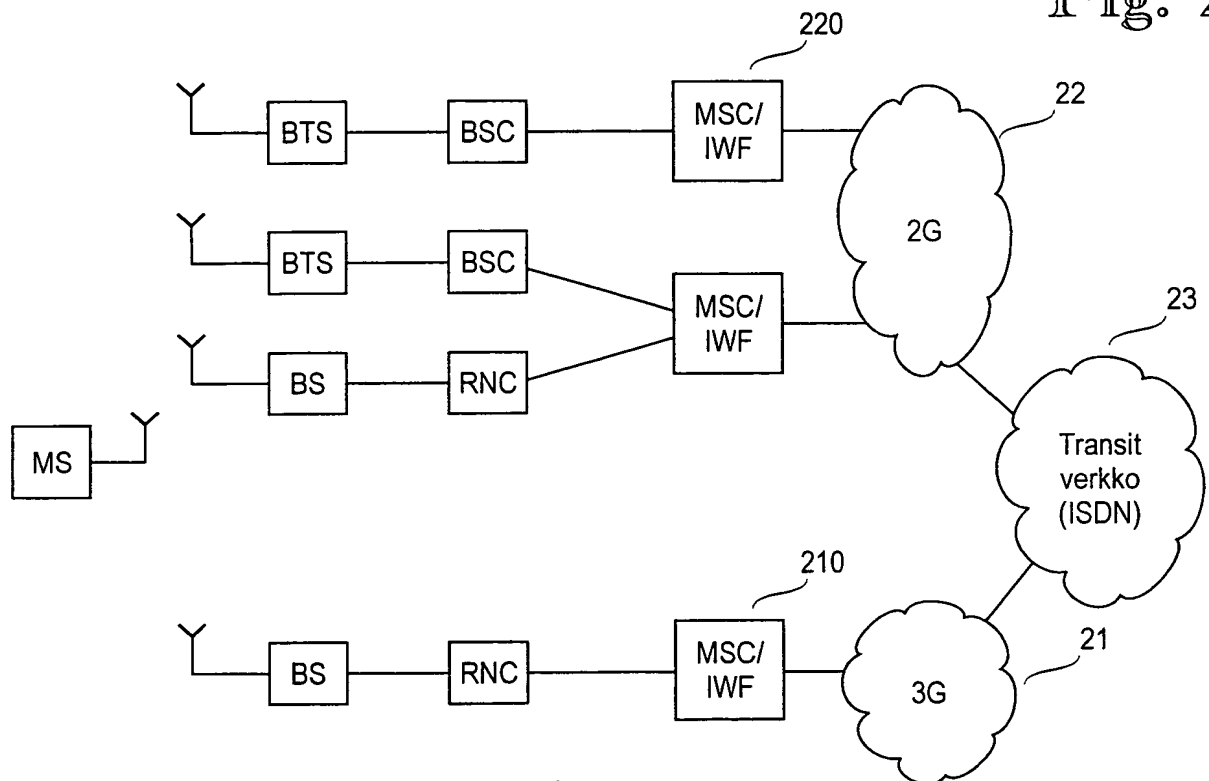
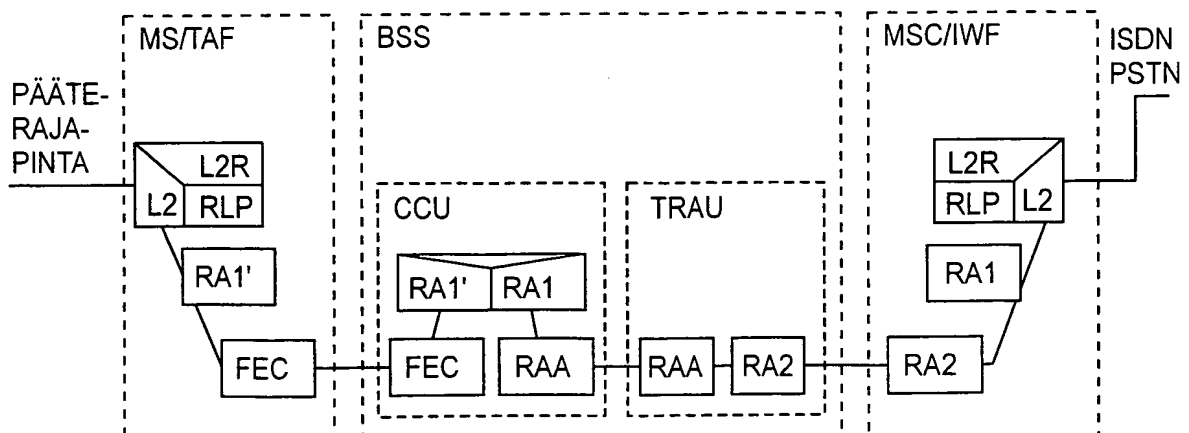


Fig. 3



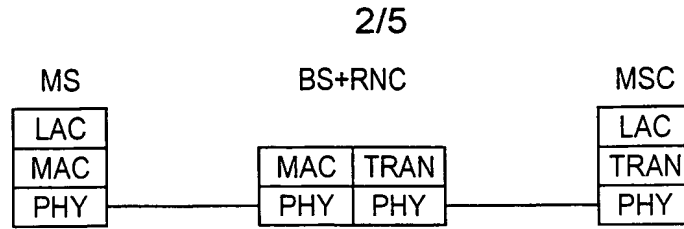


Fig. 4

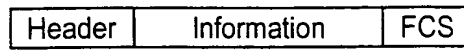


Fig. 5

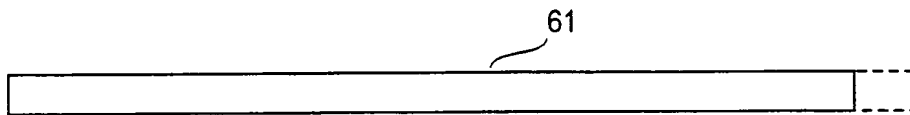


Fig. 6A

Alkuperäinen datavirta

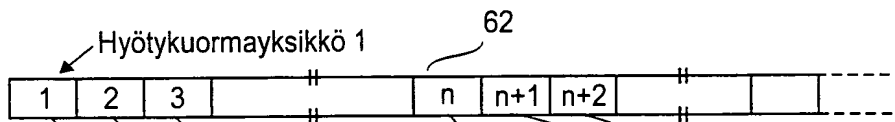


Fig. 6B

Datavirta pilkottuna hyötykuormayksiköiksi

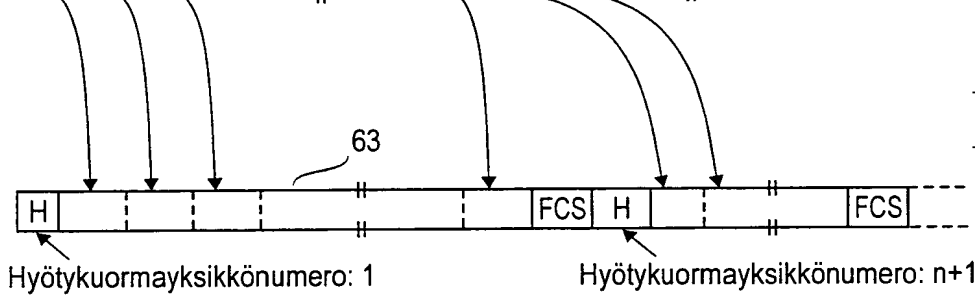


Fig. 6C

Hyötykuormayksiköt pakattuina kehyksiin

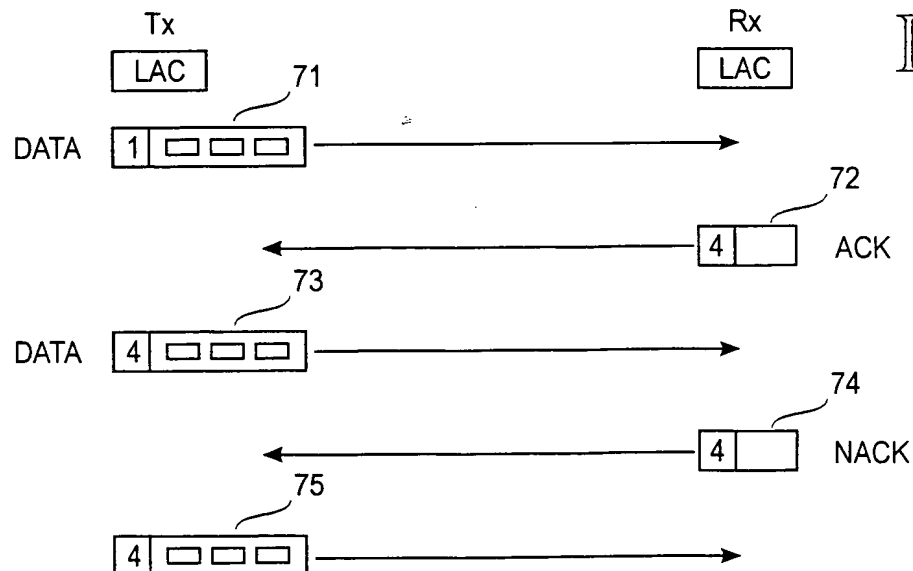
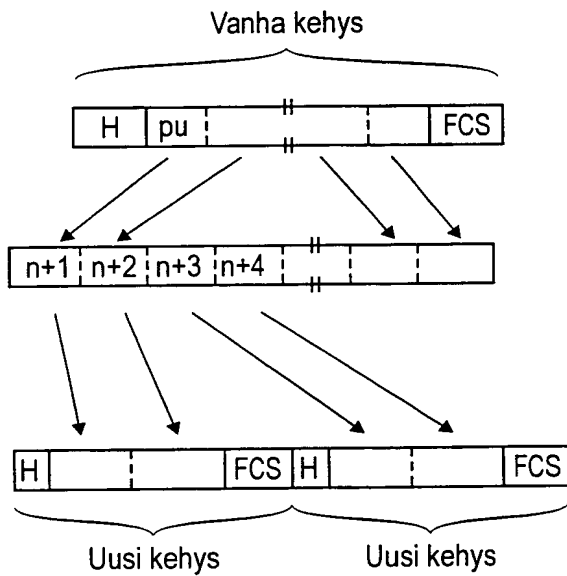


Fig. 7

3/5

Fig. 8A



Hyötykuormayksiköitä pakattuina "vanhoihin" pitkiin kehyksiin uudelleenlähetyspuskurissa

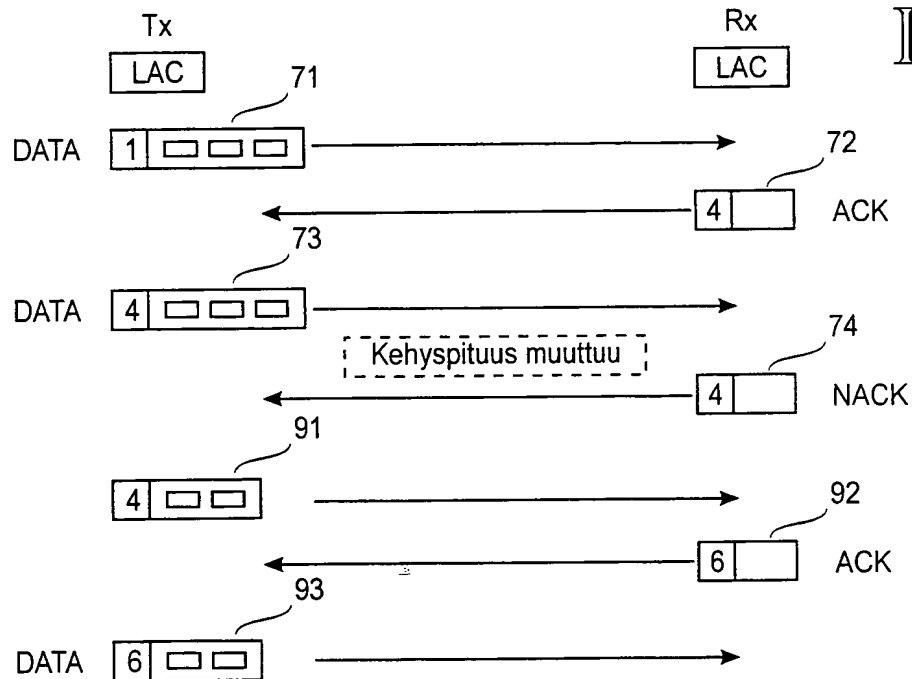
Fig. 8B

Uudelleenlähetettävät hyötykuormayksiköt erotetaan "vanhoista" kehyksistä

Fig. 8C

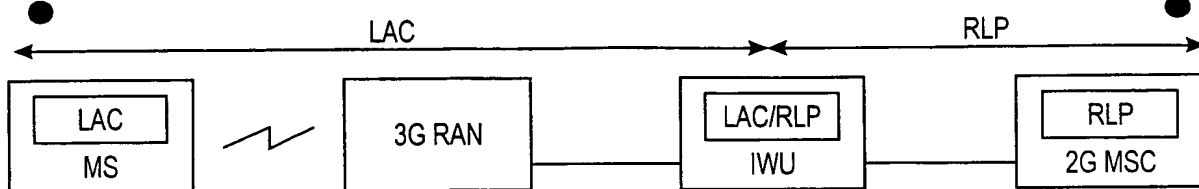
ja pakataan "uusiin" lyhyihin kehyksiin, jotka lähetetään

Fig. 9



4/5

Fig. 10



● Täydellinen protokollayksikkö

Fig. 11

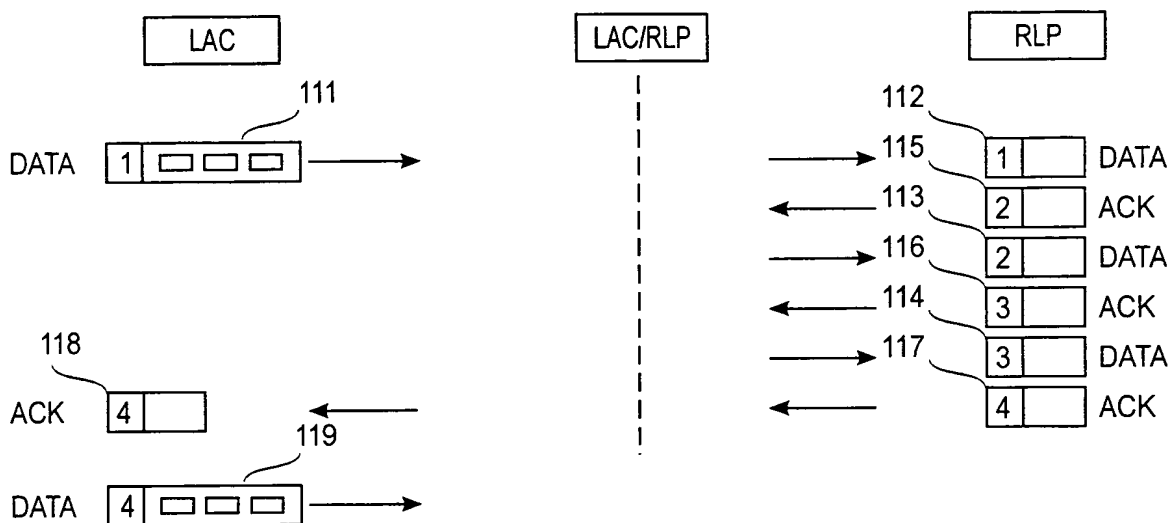
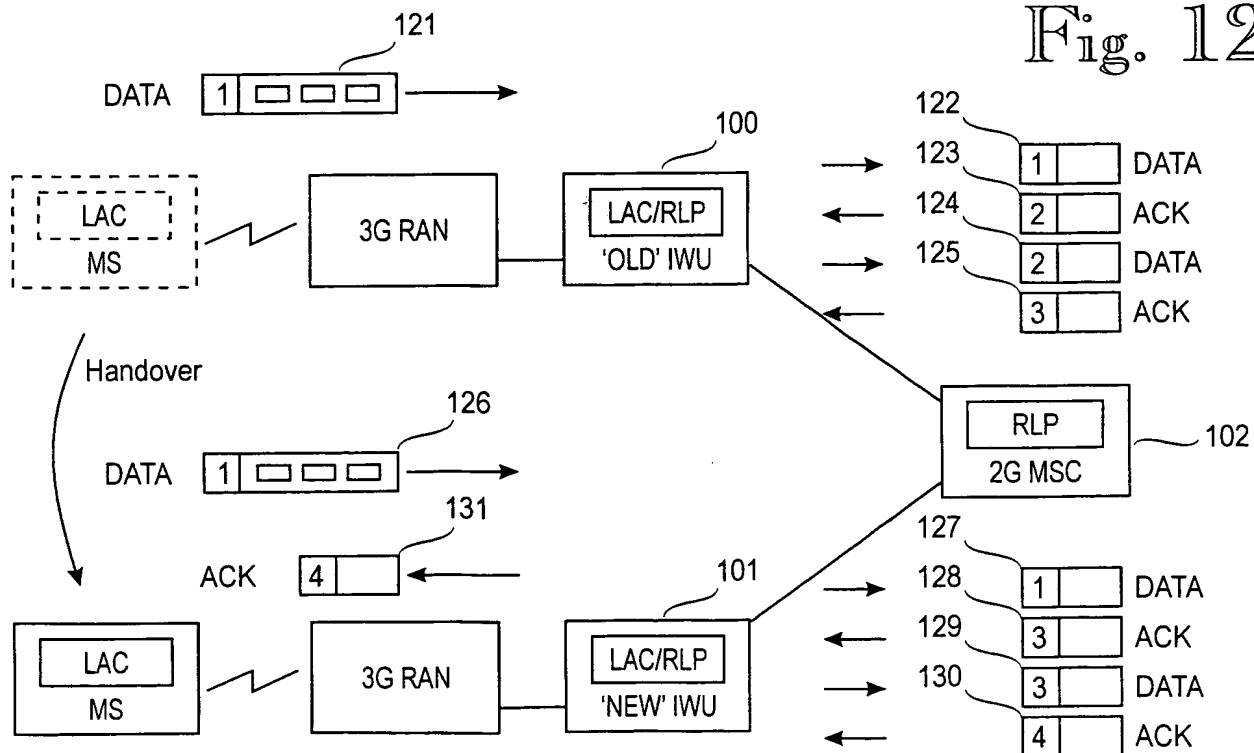


Fig. 12



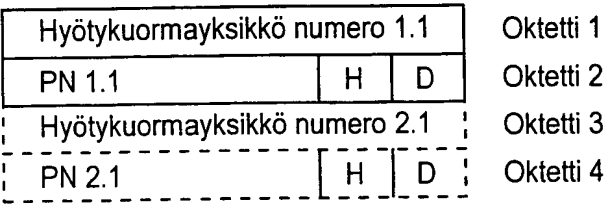


Fig. 13

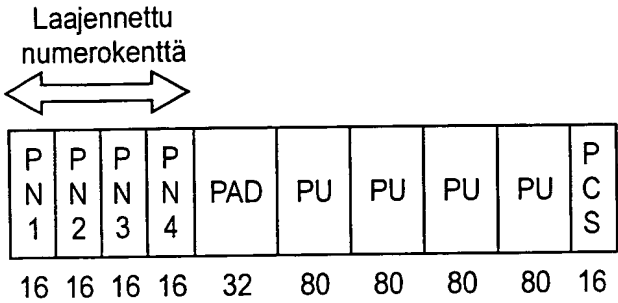


Fig. 14

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 2980318PC/nu	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FI99/00477	International filing date (day/month/year) 01.06.1999	Priority date (day/month/year) 03.06.1998
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC7 H04L 1/18, H04Q 7/22		
Applicant NOKIA NETWORKS OY ET AL.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 7 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand  29.12.1999	Date of completion of this report  15.09.2000
Name and mailing address of the IPEA/SE Patent- och registreringsverket Box 5055 S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. 08-667 72 88	Authorized officer  Peder Gjervaldsaeter/AE Telephone No. 08-782 25 00



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00477

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

☐ the international application as originally filed.

☒ the description, pages 1-18, as originally filed,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
Nos. 1-26, filed with the letter of 29.05.2000,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☒ the drawings, sheets/fig 1-14, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

☐ the description, pages \_\_\_\_\_

☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_

☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00477

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	<u>1-26</u>	YES
	Claims	_____	NO
Inventive step (IS)	Claims	<u>1-26</u>	YES
	Claims	_____	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	<u>1-26</u>	YES
	Claims	_____	NO

**2. Citations and explanations**

This report is based on new claims filed after the Written opinion.

The claimed invention relates to data transmission in telecommunication systems. According to the invention, payload numbering is used instead of or in addition to conventional frame numbering. Data is split into payload units of fixed length, the length being equal to or shorter than the shortest information field in frames of the protocols used. The protocol frames carry payload numbers both for indicating the payload units conveyed in the protocol frame and for acknowledging the received blocks. The invention eliminates the problems related to the retransmission of old frames when the frame length of the retransmission protocol is changed during the connection.

In the International Search Report the following documents were cited:

D1: EP 0 635 952 A1

D2: WO 9 633 586 A1

D3: GB 2 266 641 A

D4: JP 6 204 988 A

D1 describes a data transmission system using ARQ (Automatic Repeat Request). According to D1, transmission data is divided into sections of equal length and provided with error detection coding to form a transmission block. Transmission frames are formed by grouping N such transmission blocks and attaching ARQ data. When transmitting data, ACKs and NACKs accompanied by the corresponding block numbers are returned to the transmitting side. (See column 10, line 41-50 and column 11, line 19-27.)

.../...

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00477

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: BOX V.

D2 describes ARQ functionality in a cellular mobile packet data communication system. The frames in D2 consists of blocks and if a frame is received with an error only the erroneous blocks are retransmitted (see page 9, line 24 - page 10, line 2). The Nack messages returned to the transmitter include a bitmap indicating the erroneous blocks (see page 10, line 17-18).

D3-D4 describe systems, in which parts of erroneous frames are retransmitted. D3-D4 fail to describe the dividing of data into numbered fixed length data blocks and the use of this numbering in the retransmission mechanism.

None of the documents D1-D4 describes a system, in which the protocol frame length, thanks to the use of payload numbering, can be changed during the connection. Therefore, what is claimed in claims 1-26 is novel, is considered to involve an inventive step and comprises industrial applicability.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/FI99/00477

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

New claims 10 and 18 are wrongly numbered.

## CLAIMS

1. A data transmission method in a telecommunication system, which method comprises a step of  
transmitting data in frames of a link protocol provided with a  
5 retransmission mechanism from a transmitting end to a receiving end,  
**characterized by**  
transmitting data in information fields of the protocol frames in fixed-length data blocks which have been numbered,  
using said data block numbering in said retransmission mechanism.
- 10 2. A method according to claim 1, **characterized** in that the method comprises steps of  
splitting the data to be transmitted into fixed-length payload units provided with payload numbers in order to distinguish the units from one another,  
15 inserting one or more payload units into the information field of each protocol frame,  
providing a header field of a protocol frame with payload numbering, which indicates the payload units contained in the information field of the protocol frame,  
20 transmitting the frames from the transmitting end to the receiving end,  
acknowledging payload units which have been received appropriately, requesting for transmission of new payload units or requesting for retransmission of payload units which have not been received appropriately  
25 by means of said payload numbers.
3. A method according to claim 2, **characterized** in that the method comprises steps of  
changing the length of the protocol frame during the connection,  
inserting the payload units to be retransmitted, which were  
30 transmitted for the first time before the frame length was changed, into one or several protocol frames with a new frame length.
4. A method according to claim 3, **characterized** in that the method comprises steps of  
unpacking the payload units from the protocol frames with the old  
35 frame length contained in a retransmission buffer at the transmitting end after the frame length has been changed.

5. A method according to any one of the preceding claims, **characterized** in that said link protocol provided with a retransmission mechanism is a layer 2 link protocol, such as a radio link protocol (RLP), a link access control (LAC) protocol or a radio link control protocol (RLCP), or a protocol situated below them, such as medium access control (MAC).

6. A method according to any one of the preceding claims, **characterized by**

indicating in the header of the protocol frame in a normal situation the number of only one payload unit contained in the information field,

10 indicating in the header of the protocol frame the number of every payload unit in the information field individually, when payload units with unsuccessive numbers are retransmitted in the protocol frame in a special situation.

7. A method according to claim 6, **characterized by**

15 indicating said individual payload numbers in a frame header extension at the beginning of said information field.

8. A method according to claim 6 or 7, **characterized** in that said special situation is a change in the data rate.

9. A data transmission method in a mobile communication system comprising a mobile services switching centre with a first link protocol having a fixed frame length, provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission; a radio access network with a second link protocol provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission, the frame length of the second protocol being variable or the frame being longer than the frame of the first protocol; and an interworking unit via which the radio access network is connected to the mobile services switching centre, the method comprising steps of

transmitting data in frames of the first link protocol between the interworking unit and the mobile services switching centre,

30 using frame numbering in said retransmission mechanism between the interworking unit and the mobile services switching centre,

transmitting data in frames of the second link protocol between the mobile station and the interworking unit,

**characterized by**

35 transmitting data in the information fields of the second link protocol frames in the form of data blocks which are numbered, the length of said data

block being equal to the length of the information field of the first link protocol frame,

using said data block numbering in said retransmission mechanism between the interworking unit and the mobile station, said data block  
5 numbering being directly compatible with the frame numbering used between the interworking unit and the mobile services switching centre.

10. A data transmission method in a mobile communication system comprising a mobile services switching centre with a first link protocol having a fixed frame length, provided with a retransmission mechanism for non-  
10 transparent data transmission; a radio access network with a second link protocol provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission, the frame length of the second protocol being variable; and an interworking unit via which the radio access network is connected to the mobile services switching centre, the method comprising steps of

15 transmitting data in frames of the first link protocol between the interworking unit and the mobile services switching centre,

transmitting data in frames of the second link protocol between the mobile station and the interworking unit,

**characterized by**

20 transmitting data in the information fields of the second link protocol frames in the form of data blocks which are numbered,

selecting the length of the data block such that the frame length of the second link protocol is equal to or smaller than the length of the first link protocol frame or information field,

25 transmitting the frames of the second link protocol in place of the frames of the first link protocol or in the information fields thereof between the interworking unit and the mobile services switching centre,

using said data block numbering in the retransmission mechanism according to the second link protocol over the entire connection between the  
30 mobile station and the mobile services switching centre.

11. A telecommunication system comprising a transmitter (Tx) and a receiver (Rx) and a link protocol provided with a retransmission mechanism, the transmitter and the receiver being arranged to transmit data in the frames of the link protocol from the transmitting end to the receiving end, **characterized**  
35 **in that** the data is placed in the information fields of the protocol frames (62, 71, 73, 75) in fixed-length data blocks (62) which are numbered,

and that said retransmission mechanism is arranged to utilize said data block numbering.

12. A system according to claim 11, **characterized** in that the information field of each protocol frame comprises one or more data blocks  
5 (62) and that a header field (H) of a protocol frame is provided with payload numbering indicating the payload units in the information field of the protocol frame.

13. A system according to claim 11 or 12, **characterized** in that the receiver (Rx) is arranged to acknowledge appropriately received  
10 payload units (62), to request for transmission of new payload units or to request for retransmission of inappropriately received payload units by means of said payload numbers.

14. A system according to claim 11, 12 or 13, **characterized** in that the length of the protocol frame (62, 71, 73, 75) can be changed during  
15 the connection, and that the transmitter (Tx) is arranged to insert the payload units to be retransmitted, which were transmitted for the first time before the frame length was changed, into one or several protocol frames with a new frame length in response to the changing of the frame length.

15. A system according to claim 14, **characterized** in that  
20 the transmitter (Tx) is arranged to unpack the payload units from the protocol frames with the old frame length in the retransmission buffer in response to the changing of the frame length.

16. A system according to any one of claims 11 to 15, **characterized** in that said link protocol provided with a retransmission mechanism  
25 is a layer 2 link protocol, such as a radio link protocol (RLP), a link access control (LAC) protocol or a radio link control protocol (RLCP), or a protocol situated below them, such as medium access control (MAC).

17. A system according to any one of claims 11 to 16, **characterized** in that the length of the payload unit (62) can be obtained either  
30 directly or indirectly from inband or outband signalling.

18. A system according to any one of claims 11 to 17, **characterized** in that the length of the payload unit (62) can be negotiated at the beginning of the connection and/or during the connection.

19. A system according to any one of claims 11 to 18, **characterized** in that  
35



the header of the protocol frame normally contains the number of one payload unit in the information field,

the header of the protocol frame contains the individual number of each payload unit in the information field when payload units with  
5 unsuccessful numbers are retransmitted in the protocol frame in a special situation, which is, for example, a change in the data rate.

20. A system according to claim 19, **characterized** in that the header of the protocol frame can be extended to the beginning of the information field in order to indicate said individual payload numbers.

10 21. A mobile communication system comprising a mobile services switching centre (MSC) with a first link protocol (RLP) provided with a fixed frame length and a retransmission mechanism utilizing frame numbering for non-transparent data transmission; a radio access network (RAN) with a  
15 second link protocol (LAC) provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission, the frame length of the second protocol being variable or the frame being longer than the frame of the first protocol; and an interworking unit (IWU) via which the radio access network (RAN) is connected to the mobile services switching centre (MSC) such that a transmission link is  
20 provided between a mobile station (MS) and the mobile services switching centre (MSC) via the radio access network (RAN), the transmission link comprising a first leg between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC) and a second leg between the mobile station (MS) and the interworking unit (IWU), **characterized** in that the data is situated in the information fields of the second link protocol (LAC) frames in  
25 the form of data blocks (62) which are numbered, the length of said data block (62) equalling the length of the information field of the first link protocol (RLP) frame, and that the retransmission mechanism of the second link protocol (LAC) is arranged to use said data block numbering between the interworking unit (IWU) and the mobile station (MS), said data block numbering being  
30 directly compatible with the frame numbering used between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC).

22. A mobile communication system comprising a mobile services switching centre (MSC) with a first link protocol (RLP) having a fixed frame length, provided with a retransmission mechanism for non-transparent data  
35 transmission; a radio access network (RAN) with a second link protocol (LAC) provided with a retransmission mechanism for non-transparent data

transmission, the frame length of the second protocol being variable; and an interworking unit (IWU) via which the radio access network (RAN) is connected to the mobile services switching centre (MSC) such that a transmission link is provided between a mobile station (MS) and the mobile services switching centre (MSC) via the radio access network (RAN), the transmission link comprising a first leg between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC) and a second leg between the mobile station (MS) and the interworking unit (IWU), **characterized** in that the mobile station (MS) and the interworking unit (IWU) are arranged to transmit data in the information fields of the second link protocol (LAC) frames in the form of data blocks (62) which are numbered, and that the length of the data block (62) is such that the frame length of the second link protocol (LAC) is equal to or smaller than the length of the first link protocol (RLP) frame or information field, and that the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC) are arranged to transmit the frames of the second link protocol (LAC) in place of the frames of the first link protocol (RLP) or in the information fields thereof between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC), and that the mobile station (MS) and the mobile services switching centre (MSC) are arranged to use said data block numbering in the retransmission mechanism according to the second link protocol (LAC) over the entire connection between the mobile station and the mobile services switching centre.

23. A mobile station (MS) which is arranged to transmit and receive data in frames of a link protocol (LAC) provided with a retransmission mechanism, **characterized** in that the data is placed in information fields of the protocol frames in the form of fixed-length data blocks (62) which are numbered, and that said retransmission mechanism is arranged to utilize said data block numbering.

24. A mobile station according to claim 23, **characterized** in that the information field of each protocol frame comprises one or more data blocks (62), and that a header field (H) of a protocol frame is provided with payload numbering indicating the data blocks (62) contained in the information field of the protocol frame.

25. A mobile station according to claim 23 or 24, **characterized** in that the mobile station (Rx) is arranged to acknowledge appropriately

received data blocks, to request for transmission of new data blocks or to request for retransmission of inappropriately received data blocks.

26. A mobile station according to claim 23, 24 or 25, **characterized** in that the length of the protocol frame can be changed during the connection, and that the mobile station (MS) is arranged to insert the data blocks to be retransmitted, which were transmitted for the first time before the frame length was changed, into one or several protocol frames with a new frame length in response to the changing of the frame length.

27. A mobile station according to any one of claims 23 to 26, **characterized** in that said link protocol provided with a retransmission mechanism is a layer 2 link protocol, such as a radio link protocol (RLP), a link access control (LAC) protocol or a radio link control protocol (RLCP), or a protocol situated below them, such as medium access control (MAC).

28. A mobile station according to any one of claims 23 to 27, **characterized** in that it is a dual-mode mobile station with ability to operate in two radio systems with different radio interfaces.

29. A mobile station according to any one of claims 23 to 28, **characterized** in that

the header of the protocol frame normally contains the number of one payload unit situated in the information field,

the header of the protocol frame contains the individual number of each payload unit in the information field when payload units with unsuccessive numbers are retransmitted in the protocol frame in a special situation, which is, for example, a change in the data rate.

## Datasiirtomenetelmiä tietoliikennejärjestelmässä

Keksintö liittyy datasiirtoon tietoliikennejärjestelmissä ja erityisesti radiojärjestelmissä.

5 Matkaviestinjärjestelmillä tarkoitetaan yleisesti erilaisia tietoliikennejärjestelmiä, jotka mahdollistavat henkilökohtaisen langattoman tiedonsiirron tilaajien liikkuaessa järjestelmän alueella. Tyypillinen matkaviestinjärjestelmä on maanpinnalle rakennettu yleinen matkaviestinverkko PLMN (Public Land Mobile Network). Ensimmäisen sukupolven matkaviestinjärjestelmät olivat analogia  
10 järjestelmiä, joissa puhe tai data siirrettiin analogisessa muodossa samaan tapaan kuin perinteisissä yleisissä puhelinverkoissa. Esimerkki ensimmäisen sukupolven järjestelmästä on NMT(Nordic Mobile Telephone).

Toisen sukupolven matkaviestinjärjestelmissä, kuten GSM (Global System for Mobile communication), puhe ja data siirretään digitaalisessa muodossa. Digitaalisissa matkaviestinjärjestelmissä on perinteisen puheensiirron lisäksi tarjolla monia muita palveluita: lyhytsanomat, telekopio, datasiirto, jne.  
15

Tällä hetkellä ollaan kehittämässä kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmiä kuten Universal Mobile Communication System (UMTS) sekä Future Public Land Mobile Telecommunication System (FPLMTS), joka on myöhemmin nimetty uudelleen IMT-2000 (International Mobile Telecommunication 2000). UMTS on standardointityön alla ETSI:ssä (European Telecommunication Standards Institute), kun taas ITU (International Telecommunication Union) standardoi IMT-2000 -järjestelmää. Nämä tulevaisuuden järjestelmät ovat peruspiirteiltään hyvin samankaltaisia. Esimerkiksi UMTS, kuten kaikki matkaviestinjärjestelmät, tuottaa langattomia tiedonsiirtopalveluita liikkeessä oleville käyttäjille. Järjestelmä tukee vaellusta, ts. UMTS-käyttäjät voidaan saavuttaa ja he voivat tehdä puheluita missä tahansa, kun he ovat sijoittuneet UMTS-verkon peittoalueen sisälle.  
25

Matkaviestinjärjestelmien palvelut voidaan yleisesti jakaa telepalveluihin (tele service) ja verkkopalveluihin (bearer service). Verkkopalvelu on tietoliikennepalvelu, joka muodostaa signaalien siirron käyttäjä-verkkoliitännöiden välille. Esimerkiksi modeemipalvelut ovat verkkopalveluja. Telepalvelussa verkko tarjoaa myös päätelaitteen palveluja. Tärkeitä telepalveluja puolestaan ovat puhe-, telekopio- ja videotexpalvelut. Verkkopalvelut on yleensä  
35 jaettu jonkin ominaisuuden mukaan ryhmiin, esim. asynkroniset verkkopalvelut ja synkroniset verkkopalvelut. Jokaisen tällaisen ryhmän sisällä on joukko

verkkopalveluja, kuten transparenttipalvelu (T) ja ei-transparentti-palvelu (NT). Transparentissa palvelussa siirrettävä (reaaliaikainen) data on strukturoimaton ja siirtovirheet korjataan vain kanavakoodauksella. Ei-transparentissa palvelussa lähetettävä (ei-reaaliaikainen) data on strukturoitu protokollatayksiköihin (PDU) ja siirtovirheet korjataan käyttäen (kanavakoodauksen lisäksi) automaattisia uudelleenlähetysprotokollia, ts. korruptoituneen datan uudelleenlähetystä datalinkkikerroksessa. Esimerkiksi GSM-järjestelmässä tällaista linkkiprotokollaa kutsutaan radiolinkkiprotokollaksi RLP (Radio Link Protocol). Tällaisesta linkkiprotokollasta käytetään myös yleisesti nimitystä linkkiinpääsynohjaus LAC (Link Access Control), erityisesti kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmien yhteydessä..

Uudelleenlähetysprotokollassa data lähetetään kehyksissä (datayksiköissä), joissa on yleensä kehystarkistussekvenssi FCS, joka lasketaan kehyksen sisällön perusteella. Vastaanotin tarkistaa vastaanotettujen kehysten sisällön laskemalla FCS:n vastaanotetun kehyksen sisällön perusteella ja vertaamalla sitä kehyksessä vastaanotettuun FCS:ään. Mikäli FCS:t eivät täsmää, kehys tulkitaan korruptoituneeksi ja vastaanotin pyytää kehyksen uudelleenlähetystä. Vastaanotin pyytää uudelleenlähetystä myös, kun kehys kokonaan puuttuu. Näin radiojärjestelmä kykenee tarjoamaan käyttäjälle datakanavan, jolla on parempi bittivirhesuhde (BER) kuin datakanavalla, jolla uudelleenlähetysprotokollaa ei käytetä. Esimerkiksi GSM:ssä perus-BER (ilman RLP:tä) on tavallisesti noin  $10^{-3}$  kun taas RLP:tä käytettäessä BER on noin  $10^{-8}$ . Toisaalta efektiivinen datanopeus luonnollisesti kärsii lukuisista uudelleenlähetyksistä.

Uudelleenlähetysprotokolla uudelleenlähettää koko kehyksen aina kun vastaanottimessa laskettu FCS ei täsmää vastaanotetun FCS:n kanssa. Tämä voi aiheutua yhden bitin virheestä kehyksessä. Tämä puhuu lyhyiden kehysten käytön puolesta, jotta minimoidaan mahdollisesti uudelleenlähetetyn datan määrä bittivirheiden seurauksena. Toisaalta jokaisella kehyksellä on jonkinlainen otsikko (header), joka sisältää sekvenssinumerot ym. kehyksen tunnistamiseksi sekä FCS-kentän. Tämä overhead puhuu pidempien kehysten puolesta, jotta minimoidaan overhead kehyksissä. Mitä pidemmät kehykset sitä pienempi on overheadin osuus siirrettävään datamäärään verrattuna. Nykyisin on olemassa protokollia, joissa käytetään kiinteäpituisia datakehyksiä (kuten GSM RLP), sekä protokollia, joissa käytetään muuttuvapituisia proto-

kolliä, kuten LLC (Logical Link Control) GSM-järjestelmän pakettidatapalvelussa GPRS.

5 Kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmät saattavat vaatia muuttuvapituisia datalinkkikerroksen kehyksiä eri syistä, esimerkiksi jotta saavutetaan optimaalinen adaptoituminen alla olevan MAC-kerroksen (Medium Access Control) muuttuviin olosuhteisiin ja muuttuviin radio-olosuhteisiin. Kolmannen sukupolven järjestelmissä on mahdollista käyttää erilaisia MAC-palveluita, joilla on erilaiset BER:it välillä noin  $10^{-3}$  ...  $10^{-6}$  MAC-kerroksen uudelleenlähettyksellä tai ilman sitä. Kehysten pituuden adaptiiviseen muuttamiseen liittyy  
10 kuitenkin ongelma:

Jos radio-olosuhteet heikkenevät, kehyksen pituus tehdään lyhyemmäksi. Mitä lyhyempi kehys, sitä vähemmän häiriöherkkä se on ja sitä korkeampi on todennäköisyys, että kehys siirtyy radiotien yli vääristymättä. Toisaalta jos kehykset ovat hyvin pitkiä, jokainen kehys kärsii bittivirheistä siirron aikana ja  
15 siirto muodostuu vain uudelleenlähetystistä. Kun kehyksen pituus muuttuu yhteyden aikana, on todennäköistä, että lähetysspuskureihin jää pitkiä kehyksiä odottamaan uudelleenlähetystä. Näitä pitkiä kehyksiä ei kuitenkaan voida jakaa useaksi lyhyeksi kehykseksi, koska tämä tuhoaisi kehysnumeroinnin järjestyksen ja näin estäisi oikean toiminnan. Toisin sanoen jo lähetettyjen pitkien kehysten uudelleenlähtettäminen lyhyissä kehyksissä erilaisella kehysnumeroilla sekoittaisi monimutkaiset uudelleenlähetysten ja uudelleenlähetyspyyntöjen sekvenssit, mikä voi aiheuttaa datan menetystä tai kahdentumista. Tämän vuoksi pitkät kehykset täytyy uudelleenlähetää vaikka uusien kehysten käyttämä optimaalinen kehyspituus voi olla paljon lyhyempi.

25 Siirtyminen kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmien käyttöön tulee tapahtumaan vaiheittain. Alkuvaiheessa kolmannen sukupolven radiopääsyverkkoja tullaan käyttämään toisen sukupolven matkaviestinjärjestelmien verkkoinfrastruktuurin yhteydessä. Tällaista "hybridijärjestelmää" on havainnollistettu kuviossa 1. Toisen sukupolven matkaviestintakeskukseen MSC on kytetty sekä toisen sukupolven radioaccessverkko, kuten GSM:n tukiasemajärjestelmä BSS, joka muodostuu tukiasemaohjaimesta BSC ja tukiasemista BTS, että kolmannen sukupolven radioaccessverkko, joka muodostuu esimerkiksi radioverkko-ohjaimesta RNC ja tukiasemista BS. Käytännössä muodostuu kaksi erilaista radioaliverkkoa RSS (Radio sub-system), joilla on yhteinen infrastruktuuri verkkoalijärjestelmän NSS (Network sub-system) tasolla. Toisen sukupolven  
35 matkaviestimet MS (kuten GSM) kommunikoivat toisen sukupolven radio-

accessverkon kautta ja kolmannen sukupolven matkaviestimet MS (kuten UMTS) kommunikoivat kolmannen sukupolven radioaccessverkon kautta. Mahdolliset kaksitoimipuhelimet (esim. GSM/UMTS) voivat käyttää kumpaa tahansa radioaccessverkkoa ja tehdä handovereita niiden välillä.

- 5 Koska kolmannen sukupolven radioaccessverkkoa ei ole suunniteltu olemaan yhteensopiva toisen sukupolven ydinverkon (NSS) kanssa on selvää, että tällainen sekoitettu arkkitehtuuri vaatii niiden välille verkkosovitintoimintoa (interworking), joka yleensä kuvataan verkkosovitinyksikkönä IWU. Yleisenä vaatimuksena on, että toisen sukupolven järjestelmässä (matkaviestintakeskuk-
- 10 sessa MSC) ei sallita mitään muutoksia, jolloin esim. GSM MSC:tä ja IWU:a yhdistävän rajapinnan tulee olla puhdas A-rajapinta. IWU:n tulee suorittaa kaikki konversiot toisen ja kolmannen sukupolven toimintojen ja formaattien välillä. Koska Toisen ja kolmannen sukupolven uudelleenlähetysprotokollat (kuten RLP ja LAC) tulevat olemaan ainakin jossain määrin erilaiset, eräs verkkosovitus, jo-
- 15 ka tultaneen tarvitsemaan toisen ja kolmannen sukupolven järjestelmien välillä on näiden erilaisten protokollien sovittaminen toisiinsa.

- Myöhemmin kehitys tulee johtamaan tilanteeseen, jossa on olemassa puhtaita kolmannen sukupolven matkaviestinverkkoja rinnakkain toisen sukupolven matkaviestinjärjestelmien tai yllä kuvattujen hybridijärjestelmien kanssa.
- 20 Kuvio 2 havainnollistaa tätä tilannetta.

- Eräs päämäärä kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmien suunnittelutyössä on toisen ja kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmien välisen handoverin tukeminen. Kaksitoimisen matkaviestimen tulisi kyetä vael-
- tamaan toisen sukupolven radioaccessverkosta kolmannen sukupolven radioac-
- 25 cessverkkoon, ja päinvastoin, ilman meneillään olevan puhelun katkeamista.

- Tämä päämäärä on saavutettavissa suhteellisen suoraviivaisesti puheluille tai transparenteille datapuheluille. Handover aiheuttaa ainoastaan muutamien bittien menetyksen tai kahdentumisen liikennekanavien protokollapinojen vaihdon (swap) aikana. Puhe ei vaadi näiden muutamien bittivirheiden
- 30 korjaamista, ne aiheuttavat vain hetkellisen häiriön tai ei lainkaan havaittavaa muutosta vastaanotetussa puheessa. Transparentissa datasiirrossa päästäpäähän sovellusprotokollat korjaavat yksittäiset bittivirheet.

- Tilanne on erilainen, kun handover toteutetaan ei-transparenteille datapuheluille. Kuten aikaisemmin todettiin, NT-puheluissa käytetään virheen-
- 35 korjaukseen (kanavakoodauksen lisäksi) uudelleenlähettävää linkkiprotokollaa, kuten RLP tai LAC. Toisen ja kolmannen sukupolven protokollat tulevat ole-

maan ainakin jossain määrin erilaiset. Tällöin handoverin aikana joudutaan vaihtamaan linkkiprotokollaa. Handoverin aikaan voi kuitenkin "vanhassa" linkki-protokollassa olla meneillään monimutkaisia selektiivisten uudelleenlähetysten ja uudelleenlähetyspyyntöjen sekvenssejä, joiden keskeyttäminen voi aiheuttaa datan menetystä tai kahdentumista. Kuitenkin datan eheyden kannalta on tärkeää, että yhtään bittiä ei menetetä tai kahdenneta liikennekanavan protokollapinojen vaihdon aikana.

Keksinnön tavoitteena on poistaa vanhojen kehysten uudelleenlähetykseen liittyvät ongelmat, kun uudelleenlähettävän protokollan kehyspituutta muutetaan yhteyden aikana.

Keksinnön tavoitteena on myös eri radiojärjestelmien välinen linkkerroksen protokollien verkkosovitus.

Keksinnön tavoitteena on myös kehittää handover-menetelmä, joka säilyttää datan eheyden kahden matkaviestinjärjestelmän välisessä ei-transparentin puhelun handoverissa.

Keksinnön perusajatuksena on käyttää "hyötykuormayksikkönumeroointia" perinteisen kehysnumeroinnin sijasta tai rinnalla. Data pilkkotaan kiinteäpituisiin datalohkoihin eli hyötykuormayksiköihin. Lohkon koko on edullisesti yhtäsuuri tai pienempi kuin käytetyn protokollan (protokollien) kehysten lyhin informaatiokenttä. Jokainen protokollakehys kuljettaa yhden tai useamman hyötykuormayksikön. Optimaalisessa tilanteessa protokollakehyksen informaatiokentän pituus on yhtäsuuri kuin  $n$  kertaa hyötykuormayksikön pituus, missä  $n$  on kokonaisluku. Kehysnumeroinnin sijasta (joissakin erikoistapauksissa mahdollisesti rinnalla) protokollakehys kuljettaa hyötykuormanumeroita, sekä protokollakehyksen kuljettamien hyötykuormayksiköiden (datalohkojen) indikointia varten että vastaanotettujen lohkojen kuittausta varten.

Keksinnön mukainen hyötykuormanumerointi perustuu siis datasiällöstä muodostettujen yksiköiden numerointiin ja on siten riippumaton kehyspituudesta ja kehystyyppistä, ts. käytetystä protokollasta. Tällä saavutetaan merkittäviä etuja.

Hyötykuormanumeroinnin avulla voidaan välttää yllä kuvatut ongelmat, jotka liittyivät protokollakehyksen pituuden muuttamiseen. Kehyspituuden muututtua lähetin pilkkoo uudelleenlähetyspuskurissa olevat "vanhat" kehykset takaisin hyötykuormayksiköiksi ja pakkaa nämä hyötykuormayksiköt "uusiin" kehyksiin ja ilmaisee hyötykuormanumeroinnilla uuden kehyksen otsikossa, mitkä hyötykuormayksiköt uusi kehys sisältää (esim. ilmaisemalla kehyksen si-



säلتämän ensimmäisen hyötykuormayksikön numeron). Vastanotin tunnistaa kehyspituuden muutoksen (esimerkiksi kehoksen otsikosta) sekä hyötykuormanumerot (sekä vastaanotettujen kehysten tunnistamista varten että kuittausta varten lähetetyt numerot) kehoksen otsikosta samalla tavoin kuin ennen  
5 kehyspituuden muutosta. Uudelleenlähetyssekvenssit eivät häiriinny kehoksen pituuden muutoksen seurauksena, koska hyötykuormanumerointi on sama kuin ennen muutosta. Vain kehoksen kapasiteetti eli kuinka monta hyötykuormayksikköä yksi kehys kuljettaa, muuttuu. Siten keksintö optimoi ei-transparentin dataliikennekanavan suorituskyvyn muuttuvissa radio- ja virhe-  
10 olosuhteissa.

Hyötykuormayksikkönumeroinnin avulla voidaan myös parantaa linkkikerroksen protokollien verkkosovitusta kahden eri radiojärjestelmän välillä. Hyötykuormayksikön pituus voidaan valita molempien järjestelmien käyttämien protokollien kannalta optimaaliseksi. Hyötykuormayksikön pituus voidaan  
15 esimerkiksi neuvotella jokaisen yhteyden alussa samalla tavoin kuin muutkin linkkikerroksen parametrit tai pituus voidaan indikoida suoraan tai epäsuorasti signaaloinnin yhteydessä, tai pituus voi olla kiinteä. Keksinnön eräässä suoritusmuodossa radioaccessverkko (esim. kolmannen sukupolven radioaccess-  
20 verkko), jossa protokolla (esim. LAC) sallii kehoksen pituuden muuttamisen, on liitetty toiseen radiojärjestelmään (esim. toisen sukupolven radioradiojärjestelmä), jossa protokollan (esim. RLP) kehys on kiinteäpituinen. Hyötykuormayksikön pituus voidaan valita samaksi kuin informaatiokentän pituus RLP-kehyksessä, jolloin kukin RLP-kehys kuljettaa yhden hyötykuormayksikön ja hyötykuormayksikkönumerointi sopii suoraan yhteen RLP-kehysnumeroinnin  
25 kanssa. Tämän ansiosta sama numerointi toimii koko yhteyden yli esimerkiksi matkaviestimen ja matkaviestinkeskuksen välillä vaikka yhteydellä on kaksi osayhteyttä, joilla on erilaiset toisen kerroksen linkkiprotokollat ja jopa erilaiset kehyspituudet. Tämä yksinkertaistaa verkkosovituksen toteuttamista järjestelmien välillä, koska verkkosovituksen ei tarvitse huolehtia kahden erilaisen kehysnumeroinnin yhteensovittamisesta vaan ainoastaan eri protokollien toimintojen ja formaattien yhteensovittamisesta ja informaation (käyttäjätiedot sekä protokollakäskyt ja -vasteet) välittämisestä. Jos jompi kumpi protokolla ei tue jotakin protokollatoiminnetta, verkkosovitusyksikkö voi kytkeä sen pois esimerkiksi negatiivisen kuittauksen avulla, kun linkkiparametrit neuvotellaan yhteyden alussa. Lisäksi sama numerointi päästä-päähän mahdollistaa handoverit  
35 ilman datan menetystä tai kahdentumista. Vaihtoehtoisesti hyötykuormayk-

sikön pituus voidaan valita sellaiseksi, että ensimmäisen protokollan kehys (esim. kolmannen sukupolven LAC) voidaan lähettää toisen radiojärjestelmän kanavan läpi toisen protokollan (esim. RLP) kehyksen sijasta tai sen informaatiokentässä. Tällöinkin sama numerointi on käytössä päästä päähän monine

5 etuineen. Keksintö mahdollistaa myös kehyksen pituuden muuttamisen radio-rajapinnassa hyötykuormayksikön suuruisissa askelissa, vaikka kehyspituus verkkorajapinnassa matkaviestintokeskuksen ja verkkosovitin-  
yksikön välillä säilyy muuttumattomana. Näin kehyspituus radorajapinnassa voi adaptoitua radio-olosuhteisiin, virheolosuhteisiin, ym.

- 10 Hyötykuormayksiköt numeroidaan edullisesti kasvavassa (ascending) järjestyksessä. Täten normaaliolosuhteissa on riittävää, kun kehyksessä olevat hyötykuormayksiköt identifioidaan yhdellä hyötykuormayksikkönumerolla (esim. ensimmäisen hyötykuormayksikön numero). Tällöin keksintö ei aiheuta lainkaan tai vain minimaalisen overheadin. Poikkeava tilanne
- 15 syntyy, kun vaihdetaan pienemmältä suuremmalle datanopeudelle, tai suuremmalta pienemmälle datanopeudelle, ja suurempi datanopeus ei ole pienemmän datanopeuden parillinen monikerta. Tällöin voi esiintyä siroutuneita hyötykuormayksiköitä (jotka eivät enää ole alkuperäisessä sekvenssissä), jotka on uudelleenlähettävä. Näissä epäoptimaalisissa tilanteissa keksinnön
- 20 erään suoritusmuodon mukaisesti kehyksessä ilmoitetaan hyötykuormayksikkönumero erikseen kullekin hyötykuormayksikölle ns. otsikon laajennuksella. Tämä merkitsee tilapäistä overheadin lisääntymistä. Näitä tilanteita voidaan kuitenkin pitää harvinaisina, sillä vain noin 5-10 % kehyksistä odotetaan tulevan uudelleenlähetyksi ja vain murto-osa näistä tulee olemaan poissa sekvenssissä ja altistunut datanopeuden muutoksille.
- 25

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää toisen sukupolven matkaviestinverkkoa täydennettynä kolmannen sukupolven radioaccessverkolla,

- 30 Kuvio 2 esittää toisen ja kolmannen sukupolven verkkoja, joiden välillä kaksitoimiset matkaviestimet voivat vaelttaa;

Kuvio 3 esittää ei-transparentin datapalvelun protokollapinon GSM-järjestelmässä;

- 35 Kuvio 4 havainnollistaa kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmän protokollakerroksia toisella tavalla;

Kuvio 5 esittää LAC-kehyksen periaatteellisen rakenteen;

Kuviot 6A-6C havainnollistavat keksinnön mukaista hyötykuormayksikkönumerointia;

Kuvio 7 havainnollistaa hyötykuormanumerointiin perustuvaa data-siirtoa ja uudelleenlähetyistä;

5 Kuviot 8A, 8B, 8C ja 9 havainnollistavat keksinnön mukaista uudelleenlähetyistä, kun kehyspituus muuttuu;

Kuvio 10 esittää matkaviestinjärjestelmää, jossa kolmannen sukupolven radioaccessverkko on kytketty toisen sukupolven matkaviestinkeskukseen,

10 Kuvion 11 esittää datasiirtoa kuvion 10 järjestelmässä, kun käytetään hyötykuormayksikkönumerointia,

Kuvio 12 havainnollistaa keksinnön mukaista handoveria LAC-kehysten siirron aikana,

15 Kuvio 13 havainnollistaa protokollakehysten laajennettavaa otsikkoa, ja

Kuvio 14 esittää kehysten, jossa otsikossa on neljän hyötykuormayksikön yksilöllinen numerointi.

Esillä olevaa keksintöä voidaan soveltaa missä tahansa tietoliikennejärjestelmässä, jossa on muuttuvapituinen linkkiprotokollakehys, tai verkkosovutukseen tai handoveriin minkä tahansa kahden digitaalisen radiojärjestelmän välillä, joilla on erilaiset radiolinkkiprotokollat. Käsité radiojärjestelmä tulee ymmärtää laajasti siten, että saman matkaviestinverkon erilaiset radioaccessverkot voivat muodostaa eri radiojärjestelmät, kuten kuviossa 1 on havainnollistettu, tai että radiojärjestelmät tarkoittavat kokonaan erillisiä matkaviestinjärjestelmiä, kuten kuviossa 2 on havainnollistettu. Toinen tai molemmat radioaccessverkot voivat olla langattomia tilaajaliityntäverkkoja WLL (Wireless Local Loop) tai RLL (Radio Local Loop). Keksinnön ensisijainen sovellusalue on toisen ja kolmannen sukupolven matkaviestinverkkojen, kuten GSM ja UMTS, välinen handover. Myös linkkiprotokolla tulee tässä yhteydessä käsittää yleisesti siten, että se kattaa paitsi toisen sukupolven nykyiset protokollat, kuten GSM-järjestelmän RLP, myös kaikki mahdolliset kolmannen tai myöhempien sukupolvien linkkiinpääsynohjausprotokollat LAC (Link Access Control) tai Wideband CDMA-järjestelmän RLCP (Radio Link Control Protocol), tai myös alempien kerrosten uudelleen lähettävät protokollat, kuten MAC (Medium Access Control). Seuraavassa keksinnön ensisijaiset suoritusmuodot kuvataan käyttäen esimerkkinä toisen sukupolven GSM-järjestelmää ja kolmannen su-

20  
25  
30  
35

kupolven UMTS-järjestelmää. Seuraavassa kuvauksessa GSM-radiolinkki-protokollaa nimitetään RLP:ksi ja UMTS-radiolinkkiprotokollaa LAC:ksi.

GSM-verkko muodostuu kahdesta perusosasta: tukiasemajärjestelmä BSS ja verkkoalijärjestelmä (NSS). BSS ja matkaviestimet MS kommunikoivat radioyhteyksien kautta. Tukiasemajärjestelmässä BSS kutakin solua palvelee tukiasema BTS. Joukko tukiasemia on kytketty tukiasemaohjaimeen BSC, jonka toimintona on ohjata radiotaajuuksia ja kanavia, joita BTS käyttää. BSCt on kytketty matkaviestintakeskukseen MSC. Tietyt MSCt on kytketty muihin tietoliikenneverkkoihin, kuten yleinen puhelinverkko PSTN, ja sisältävät yhdyskäytävätoiminnot näihin verkkoihin lähteviä ja niistä tulevia puheluita varten. Nämä MSCt tunnetaan gateway-MSCeinä (GMSC). Lisäksi on olemassa ainakin kaksi tietokantaa, kotirekisteri HLR ja vierailijarekisteri VLR.

Matkaviestinjärjestelmässä ovat sovitintoiminnot matkaviestinverkon sisäisen datayhteyden sovittamiseksi päätelaitteiden ja muiden tietoliikenneverkkojen käyttämiin protokolliin. Tyypillisesti sovitintoiminnot ovat päätesovitin TAF (Terminal Adaptation Function) matkaviestimen ja siihen kytketyn datapäätelaitteen välisessä rajapinnassa sekä verkkosovitin IWF (Interworking Function) matkaviestinverkon ja toisen tietoliikenneverkon välisessä rajapinnassa, yleensä matkaviestintakeskuksen yhteydessä. GSM-järjestelmässä datayhteys muodostetaan matkaviestimen MS verkkopäätteen TAF ja matkaviestinverkoissa olevan verkkosovittimen IWF välille. TAF sovittaa matkaviestimeen MS kytketyn tai integroidun datapäätteen DTE mainitulle GSM datayhteydelle, joka muodostetaan yhtä tai useampaa liikennekanavaa käyttävän fyysisen yhteyden yli. IWF kytkee GSM datayhteyden esimerkiksi toiseen tietoliikenneverkkoon, kuten ISDN, toinen GSM-verkko, tai johonkin muuhun kauttakulkuverkkoon, kuten yleinen puhelinverkko PSTN.

Kuvio 3 havainnollistaa protokollia ja toimintoja, joita tarvitaan ei-transparenteille verkkopalveluille. Päätesovittimen TAF ja verkkosovittimen IWF välinen ei-transparentti piirikytketty yhteys GSM-liikennekanavalla käsittää useita protokollakerroksia, jotka ovat yhteisiä kaikille näille palveluille. Näitä ovat erilaiset nopeussovitustoiminnot RA (Rate Adaptation), kuten RA1' päätesovittimen TAF ja tukiasemajärjestelmään BSS sijoitetun CCU-yksikön (Channel Codec Unit) välillä, RA1 CCU -yksikön ja verkkosovittimen IWF välillä, RAA (tai RAA' 14,4 kbit/s kanavalle) CCU -yksikön ja tukiasemasta erilleen sijoitetun transkooderiyksikön TRAU välillä, sekä RA2 transkooderiyksikön TRAU ja verkkosovittimen IWF välillä. Nopeussovitustoiminnot RA on

määritelty GSM-suosituksissa 04.21 ja 08.20. CCU-yksikön ja transkooderiyksikön TRAU välinen liikennöinti on määritelty GSM-suosituksessa 08.60. Radiorajapinnassa RA1'-nopeussovitettu informaatio on lisäksi kanavakoodattu GSM-suosituksen 5.03 määrittelemällä tavalla, mitä havainnollistavat lohkot

5 FEC matkaviestimessä MS ja CCU-yksikössä. IWF:ssä ja TAF:issa on lisäksi ylemmän tason protokollia, jotka ovat palveluspesifisiä. Asynkronisessa ei-transparentissa verkkopalvelussa IWF tarvitsee L2R (Layer 2 Relay) ja RLP (Radio Link Protocol) -protokollat sekä modeemin tai nopeussovittimen kiinteän verkon suuntaan. L2R-toiminnallisuus ei-transparenteille merkkiorientoitui-

10 neille protokollille on määritelty mm. GSM-suosituksessa 07.02. RLP-protokolla on määritelty GSM-suosituksessa 04.22. RLP on kehysrakenteinen, balansoitu (HDLC-tyyppinen) datansiirtoprotokolla, jossa virheenkorjaus perustuu vääristyneiden kehysten uudelleenlähetykseen vastaanottavan osapuolen pyynnöstä. IWF:n ja esimerkiksi audiomodeemin MODEM välinen rajapinta ovat CCITT V.24 mukainen, ja sitä on merkitty kuviossa 3 symbolilla L2.

15 Tätä ei-transparenttia konfiguraatiota käytetään myös pääsyssä Internet-verkkoon.

RA1- ja RA1' nopeussovitukset sijoittavat (mapittavat) kunkin 240-bittisen RLP-kehysten neljään modifioituun 80-bittiseen V.110-kehykseen (välillä MSC-BSS) tai neljään modifioituun 60-bittiseen V.110-kehykseen (radiatorajapinnassa). Bittisekvenssiä nimeltä Frame Start Identifier käytetään ilmaisemaan mikä V.110-kehys bittivirrassa on ensimmäinen tietylle RLP-kehykselle. Tässä V.110-kehyksessä lähetetään RLP-kehysten ensimmäinen neljännessä, seuraavassa toinen neljännes, kolmannessa kolmas neljännes ja

25 neljännessä neljäs neljännes, minkä jälkeen alkaa uusi RLP-kehys.

GSM-järjestelmän HSCSD-konseptissa suurinopeuksinen datasiignaali jaetaan erillisiksi datavirroiksi, jotka sitten siirretään N alikanavan (N liikennekanava-aikaväliä) kautta radiatorajapinnassa. Kun datavirrat on jaettu, niitä kuljetetaan alikanavissa kuin ne olisivat toisistaan riippumattomia, kunnes

30 ne jälleen yhdistetään IWF:ssä tai MS:ssä. Kuitenkin loogisesti nämä N aliliikennekanavat kuuluvat samaan HSCSD-yhteyteen, ts. muodostavat yhden HSCSD-liikennekanavan. GSM-suositusten mukaan datavirran jakaminen ja yhdistäminen suoritetaan modifioitussa RLP:ssä, joka on siten yhteinen kaikille alikanaville. Tämän yhteisen RLP:n alapuolella kullakin alikanavalla on

35 erikseen sama protokollapino RA1'-FEC-FEC-RA1'-RAA-RAA-RA2-RA2-RA1, joka on esitetty kuviossa 3 yhdelle liikennekanavalle, välillä MS/TAF ja

MSC/IWF. Täten GSM-suositusten mukainen HSCSD-liikennekanava tulee edelleen käyttämään yhteistä RLP:tä eri osakanaville, vaikka yksittäisen osakanavan bittinopeus voi olla jopa 64 kbit/s.

Esimerkkinä kolmannen sukupolven verkosta käytetään UMTS-  
5 verkkoa, joka on vielä kehityksen alla. On huomattava, että UMTS-accessverkon yksityiskohtaisella rakenteella ei ole keksinnön kannalta merkitystä. Yksinkertaisimman skenaarion mukaan UMTS on accessverkko, jonka toiminnot rajoittuvat tiukasti radiopääsytoimintoihin. Täten se pääosin sisältää toimintoja radioresurssien kontrollointia varten (handover, haku) ja verkkopalvelun (bearer service) kontrollointia varten (radioverkkopalvelun kontrollointi).  
10 Monimutkaisemmat toiminnot, kuten rekisterit, rekisteröintitoiminnot sekä liikkuvuuden ja sijainnihallinta ovat sijoitetut erilliseen verkkoalijärjestelmään NSS tai ydinverkkoon. NSS tai ydinverkko voi olla esim. GSM-infrastruktuuri. Kuvioissa 1 ja 2 kolmannen sukupolven radioaccessverkon on esitetty käsittävän tukiasemia  
15 BS ja radioverkko-ohjaimen RNC. Edelleen oletetaan, että kolmannen sukupolven järjestelmä käyttää välillä MS-MSC/IWF radiolinkkiprotokollaa LAC (linkkiinpääsynohjaus), joka on erilainen kuin toisen sukupolven radiolinkkiprotokolla, kuten RLP. Fyysisessä liikennekanavassa on alempia protokollia, joiden kehityksissä LAC-kehykset siirretään. Periaatteessa kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmän protokollapino voi olla samanlainen kuin edellä kuvattiin  
20 GSM-järjestelmän osalta, paitsi että RLP:n tilalla on LAC.

Kuviossa 4 havainnollistetaan kuitenkin puhtaan kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmän protokollakerroksia hieman toisella tavalla. LAC -protokolla ulottuu päästä-päähän välillä MS-MSC. Radiorajapinnassa välillä MS-  
25 BS/RNC on LAC:n alapuolella MAC (Medium Access Control) ja fyysinen kerros (radiokanava). Verkkorajapinnassa välillä BS/RNC-MSC on LAC:n alapuolella transmissiokerros ja fyysinen kerros (siirtokanava). Kuvio 5 esittää LAC-kehyyksen periaatteellisen rakenteen, joka käsittää kiinteäpituaisen otsikon (header), muuttuvapituaisen informaatiokentän (information) ja kiinteäpituaisen  
30 kehystarkistussekvenssin (FCS). On mahdollista, että kolmannen sukupolven järjestelmissä optimoidaan LAC-suorituskyky (throughput) muuttuvissa radioolosuhteissa manipuloimalla LAC-kehyyksen pituutta. Yleisesti voidaan ajatella olevan kaksi syytä muuttuviin olosuhteisiin: erilaiset radioympäristöt ja erilaiset MAC-verkkopalvelut (bearer). Yhteyden alussa saatetaan käyttää optimaaliselle  
35 kehyskoolle default-arvoa, joka perustuu yhteysparametreihin. Yhteyden aikana voidaan tarkkailla datasiirron laatua, esimerkiksi kehysvirhesuhdetta (FER). Jos

FER putoaa ennalta määrätyn rajan alapuolelle, joka ilmaisee hyviä olosuhteita, kehyskokoa kasvatetaan. Jos FER kasvaa toisen ennalta määrätyn rajan yläpuolelle, kehyskokoa pienennetään. Tällaisella ratkaisulla LAC yrittää optimoida kehyskoon kulloiseenkin radio-olosuhteeseen ja bittivirhesuhteeseen. Kehys-

5 koolle saattaa kuitenkin olla tietyt maksimi- ja minimiarvot, jotka voivat riippua bittinopeudesta. Jos dataa ei jostain syystä lähetetä tarpeeksi nopeasti, todellinen kehyskoko voi olla pienempi kuin optimaalinen kehyskoko, jotta vältetään viiveitä. MAC-kerros saattaa myös indikoida nykyiset olosuhteet ja sillä tavoin auttaa LAC:ia adaptoitumaan nopeammin. Optimaalinen kehyskoko voi olla sama tai erilainen eri siirtosuunnille, jolloin molemmat päät voivat sopia optimaalisen kehyskoon tai molemmat päät käyttävät omaa optimaalista kehyskokoaan.

10 On huomattava, että edellä esitetty on vain keksijöiden skenaario kehyspituuden säädöstä. Keksinnön kannalta ei ole merkitystä kuinka kehyspituutta muutetaan. Keksintöä voidaan soveltaa myös tapauksiin, joissa kehyspituus on kiinteä tai

15 sovitaan vain yhteyden alussa.

Kuviot 6A-6C havainnollistavat keksinnön mukaista hyötykuormayksikkönumerointia. Lähetin pilkkoo lähetettävän datavirran 61 kiinteäpituisiin datalohkoihin eli hyötykuormayksiköihin 62. Hyötykuormayksikön 62 koko on edullisesti yhtäsuuri tai pienempi kuin käytetyn protokollan (protokollien), kuten

20 LAC, kehysien lyhin informaatiokenttä. Lähetin ja/tai vastaanotin saavat hyötykuormayksikön pituuden suoraan tai epäsuorasti out-band tai inband signaaloinnista. Pituus voidaan myös neuvotella yhteyden alussa tai uudelleen yhteyden aikana. Hyötykuormayksiköt 62 sijoitetaan LAC-kehysten 63 informaatiokenttään. Täten jokainen LAC-kehys 63 kuljettaa yhden tai useamman

25 hyötykuormayksikön 62. Optimaalisessa tilanteessa LAC-kehysen 63 informaatiokentän pituus on yhtäsuuri kuin n kertaa hyötykuormayksikön 62 pituus, missä n on kokonaisluku. Esimerkiksi kuviossa 6C LAC-kehykset sisältävät n hyötykuormayksikköä. Jokaisessa LAC-kehyksessä 63 on edelleen kehystarkistussekvenssi FCS. Kehysnumeroinnin sijasta LAC-kehys kuljettaa otsikkokentässä H hyötykuormayksikkönumeroinnin, joka kertoo mitkä hyötykuormayksiköt LAC-kehysen informaatiokenttä kuljettaa. Kuvion 6C esimerkissä

30 otsikkokentän numerointi, ns. lähetysnumero, indikoi, että ensimmäisen hyötykuormayksikön 62 numeron, esim. nro 1. Lisäksi LAC-kehysen otsikko voi sisältää tiedon, että LAC-kehysen informaatiokentässä on n hyötykuormayksikköä. Vastaanotin voi myös itse päätellä hyötykuormayksiköiden lukumäärän kehyksessä, tuntea sen ennalta tai saada tiedon muulla tavalla. Lähetys-

35

numeron ja lukumäärätiedon perusteella vastaanotin voi laskea muiden hyötykuormayksiköiden numerot kehyksessä, mikäli tämä on tarpeen, sekä seuraavan hyötykuormayksikön numeron, jonka vastaanotin haluaa. Vastaanotin voi lähettää tämän seuraavan numeron, ns. vastaanottonumeron, kuittauksena lähettimelle, jos LAC-kehyksen vastaanotto on onnistunut. Kuittauksen seurauksena lähetin lähettää pyydetyn hyötykuormayksikön ja  $n-1$  seuraavaa hyötykuormayksikköä seuraavassa LAC-kehyksessä. Jos FCS osoittaa vastaanotetun LAC-kehyksen sisällön olleen virheellinen tai kehys puuttuu kokonaan, vastaanotin voi pyytää koko LAC-kehyksen uudelleenlähetystä lähettämällä kuittauksena virheellisen kehyksen antaman lähetyksenumeron. Mikäli FCS:n perusteella voidaan päätellä, että virheellinen bitti on  $k$ :nnessä hyötykuormayksikössä (missä  $k$  on kokonaisluku ja  $k \leq n$ ), vastaanotin voi keksinnön eräässä suoritusmuodossa lähettää kuittauksena tämän korruptoituneen hyötykuormayksikön numeron. Kuittauksen seurauksena lähetin uudelleenlähettää pyydetyn hyötykuormayksikön sekä  $(n-k+1)$  seuraavaa hyötykuormayksikköä yhdessä  $(k-1)$ :n uuden hyötykuormayksikön kanssa seuraavassa LAC-kehyksessä. Mikäli datasiirto on kaksisuuntaista, toiminta voi olla edellä esitetty molemmissa siirtosuunnissa. Tällöin LAC-kehyksien 63 otsikko H voi sisältää sekä lähetyksenumeron yhtä siirtosuuntaa varten ja vastaanottonumeron toista siirtosuuntaa varten. Lisäksi hyötykuormanumeroiden kanssa voidaan käyttää ikkunointia samalla tavoin kuin kehysnumeroon perustuvissa protokollissa.

Kuvio 7 esittää esimerkin keksinnön mukaisesta hyötykuormanumerointiin perustuvasta datasiirrosta ja uudelleenlähetyksestä. Lähetin Tx lähettää LAC-kehyksen 71, joka sisältää kolme hyötykuormayksikköä, joiden numerot ovat 1, 2 ja 3, ja tallentaa LAC-kehyksen 71 tai vain hyötykuormayksiköt 1-3 uudelleenlähetyspuskuriin. LAC-kehyksen 71 otsikko indikoi ensimmäisen hyötykuormayksikön numeron 1. Vastaanotin Rx vastaanottaa LAC-kehyksen virheettömästi ja lähettää LAC-kuittauskehyksen 72, jonka otsikossa on indikoidaan seuraavaksi halutun hyötykuormayksikön numero, eli nro 4. Lähetin Tx lähettää seuraavan LAC-kehyksen 73, joka sisältää hyötykuormayksiköt 4, 5 ja 6, ja tallentaa LAC-kehyksen 73 tai vain hyötykuormayksiköt 4-5 uudelleenlähetyspuskuriin. Koko LAC-kehyksen 73 vastaanotto epäonnistuu ja vastaanotin Rx lähettää LAC-kuittauskehyksen 74, jossa pyydetään uudelleen hyötykuormayksikköä 4. Lähetin Tx lähettää hyötykuormayksiköt 4, 5 ja 6 uudelleen LAC-kehyksessä 75.



Kuviot 8A, 8B ja 8C havainnollistavat, kuinka lähetin Lx käsittelee uudelleenlähetettäviä kehyksiä, kun kehyspituutta muutetaan yhteyden aikana. Kuvio 8A esittää lähetyspuskurissa olevaa "vanhaa" kehystä, joka sisältää n hyötykuormayksikköä. Kehyspituuden muututtua lähetin Tx pilkkoo "vanhan"  
5 kehyksen takaisin hyötykuormayksiköiksi (kuvio 8B) ja pakkaa nämä hyötykuormanumerot "uusiin" kehyksiin, joissa on kussakin kaksi hyötykuormayksikköä (kuvio 8C). Hyötykuormanumerointi uuden kehyksen otsikossa kertoo, mitkä hyötykuormayksiköt uusi kehys sisältää.

Kuvio 9 esittää esimerkin keksinnön mukaisesta hyötykuormanumerointiin perustuvasta datasiirrosta ja uudelleenlähetyksestä, kun kehyspituus muuttuu kesken datasiirron. LAC-kehykset 71-74 lähetetään kuten kuviossa 7. LAC-kehyksen 73 lähettämisen jälkeen kehyspituutta lyhennetään siten, että yhdessä uudessa kehyksessä siirretään vain kaksi hyötykuormayksikköä entisten kolmen sijasta. Kehyspituuden muutoksen jälkeen lähetin Tx vastaan-  
15 ottaa kuittauskehyksen 74, jossa pyydetään lähettämään hyötykuormayksiköt 4-6 uudelleen. Lähetin Tx purkaa vanhan LAC-kehyksen 73 kuvion 8 mukaisesti ja sijoittaa hyötykuormayksiköt 4 ja 5 uuteen LAC-kehykseen 91, joka lähetetään vastaanottimelle Rx. Vastaanotin Rx kuittaa LAC-kehyksellä 92, jossa pyydetään seuraavaksi hyötykuormayksikköä 6. Lähetin Tx lähettää LAC-  
20 kehyksen 93, joka sisältää uudelleenlähetettävän hyötykuormayksikön 6 sekä uuden hyötykuormayksikön 7. Näin uudelleenlähetykset on voitu suorittaa ilman että uudelleenlähetyssekvenssit häiriintyvät LAC-kehyksen pituuden muutoksen seurauksena, koska hyötykuormanumerointi ja lähettimen ja vastaanottimen tilat ovat samat kuin ennen muutosta. Vain LAC-kehyksen kapasiteetti eli kuinka monta hyötykuormayksikköä yksi LAC-kehys kuljettaa, muuttuu.

Hyötykuormayksikkönumeroinnin avulla voidaan myös parantaa linkkikerroksen protokollien verkkosovitusta kahden eri radiojärjestelmän välillä. Kuvio 10 esittää matkaviestinjärjestelmää, jossa kolmannen sukupolven  
30 radioaccessverkko on kytketty toisen sukupolven matkaviestintokeskukseen MSC. Radioaccessverkko tukee linkkipääsynohjausprotokollaa LAC ja matkaviestintakeskus MSC radiolinkkiprotokollaa RLP. Radioaccessverkon ja MSC:n välissä on verkkosovitintoiminto (interworking), joka kuvataan verkkosovitinyksikkönä IWU. MS:n ja IWU:n välillä käytetään LAC-protokollaa. IWU:n ja MSC:n  
35 välillä käytetään RLP-protokollaa. IWU sisältää LAC/RLP-toiminnon, joka ymmärtää sekä LAC- että RLP-formaatteja, ja konvertoi siirtoformaatit ja toiminnot

LAC:n ja RLP:n välillä. Jos jotakin toimintoa tukee vain toinen protokollista, IWU edullisesti ohjaa tällaisen toiminnon pois päältä protokollien neuvotteluvaiheessa. Näin kaikki toiminnot toimivat päästä-päähän MS:n ja IWU:n välillä.

Keksinnön mukaisesti LAC-kehukset kuljettavat datan vakiomittaisina  
5 hyötykuormayksiköinä, kuten yllä on selostettu. Myös uudelleenlähetysmekanismi välillä MS-IWU perustuu hyötykuormanumerointiin eikä LAC-kehysnumerointiin. Hyötykuormayksikön pituus on yhtä suuri kuin RLP-kehuksen informaatiokentän pituus. Tämä tarkoittaa, että yksi RLP-kehys kuljettaa yhden hyötykuormayksikön. Kun uudelleenlähetysmekanismi välillä IWU-MSC käyttää perinteistä RLP-numerointia, hyötykuormanumerointi sopii suoraan yhteen RLP-kehysnumeroinnin kanssa. Tämän ansiosta sama numerointi toimii koko yhteyden yli välillä MS-MSK kahdesta erilaisesta protokollasta huolimatta. Toisin sanoen RLP ja LAC käsittelevät samoja sekvenssinumeroita (sekvenssinumerot ovat synkronoituja), vaikka LAC-kehukset voivat olla pidempia kuin RLP-kehukset. IWU ei itsenäisesti kuittaa MS:ltä tai MSC:ltä vastaanottamaansa dataa vaan ainoastaan suorittaa formaattikonversion ja välittää informaation- oli se sitten käyttäjädataa tai kuittauksia tai protokollakäskyjä/vasteita -eteenpäin vastaanottimelle.

Kuvio 11 havainnollistaa keksinnön mukaista datasiirtoa kuvion 10  
20 tyypisessä verkkokonfiguraatiossa. MS lähettää LAC-kehuksen 111, jossa on kolme hyötykuormayksikköä, joiden numerot ovat 1-3. Kehyksen 111 otsikko indikoi, että ensimmäinen hyötykuormayksikkö on numero 1. IWU vastaanottaa LAC-kehuksen 111, purkaa hyötykuormayksiköt 1-3 kehyksestä 111 ja pakkaa ne kolmeen RLP-kehukseen 112, 113 ja 114, joiden kehysnumerot ovat vastavasti 1, 2 ja 3. RLP-kehukset asetetaan lähetyspuskuriin. IWU lähettää ensimmäisen RLP-kehuksen (kehysnumero 1) MSC:lle. MSC kuittaa onnistuneen vastaanoton RLP-kehyksellä 115, jossa pyydetään seuraavaksi kehystä, jonka numero on 2. Koska tällainen löytyy lähetyspuskurista, IWU lähettää toisen RLP-kehuksen (kehysnumero 2) MSC:lle. MSC kuittaa onnistuneen vastaanoton RLP-kehyksellä 116, jossa pyydetään seuraavaksi kehystä, jonka numero on 3. Koska tällainen löytyy lähetyspuskurista, IWU lähettää kolmannen RLP-kehuksen (kehysnumero 3) MSC:lle. MSC kuittaa onnistuneen vastaanoton RLP-kehyksellä 117, jossa pyydetään seuraavaksi kehystä, jonka numero on 4. Tämä RLP-kehysten vaihto on esitetty ilman ikkunoinnin käyttöä, jonka aiheuttamat muutokset toiminnassa ovat alan ammattimiehelle ilmeisiä. Ikkunointia  
35 käytettäessä IWU esimerkiksi lähettää kaikki RLP-kehukset 112-114 peräjäkeen

(ikkunan koko kolme RLP-kehystä tai suurempi) ja MSC lähettää vain yhden RLP-kuittauskehysten 117. Koska kehystä numero 4 ei löydy lähetysohjeesta, IWU konvertoi RLP-kuittauskehysten 117 LAC-kuittauskehjeksi 118, jossa otsikossa pyydetään hyötykuormayksikköä 4. MS lähettää uuden LAC-kehysten, jonka informaatiokenttä sisältää hyötykuormayksiköt 4-6 ja otsikko hyötykuormayksikkönumeron 4. IWU säilyttää RLP-kehukset uudelleenlähetysohjeissa kunnes saa kuittauksen MSC:ltä. Mikäli MSC lähettää jossain vaiheessa RLP-kehysten, jossa pyydetään lähettämään uudelleen jokin kehys, IWU lähettää pyydetyn kehysten uudelleenlähetysohjeistaan.

10 Tällä keksinnön mukaisella järjestelyllä vältetään ongelmat handovereissa vaikka IWU vaihtuu, koska yhteyden päätepisteissä (MSC ja MS) protokollat pysyvät samoina eikä protokollatilakoneita tarvitse nollata. Sekä MS että MSC tietävät mitkä kehukset on jo vastaanotettu ja kuitattu.

Kuvio 12 esittää esimerkin, jossa MS siirretään handoverilla "vanhalta" IWU:ta "uudelle" IWU:lle LAC-kehysten siirron aikana. Alku on saman tyyppinen kuin kuviossa 11. MS lähettää vanhalle IWU:lle LAC-kehysten 121, joka sisältää kolme hyötykuormayksikköä, joiden numerot ovat 1, 2 ja 3. IWU 100 konvertoi LAC-kehysten RLP-formaattiin ja lähettää ensimmäisen RLP-kehysten 122. MSC lähettää positiivisen kuittauksen 123 ja IWU lähettää toisen RLP-kehysten 124. MSC kuittaa myös tämän (125). Nyt MS siirretään handoverilla tukiasemalle, joka on kytketty "uuteen" IWU:un 101 ja RLP-yhteys kytketään uudelle IWU:lle 101. Tämän vuoksi MSC ei saa RLP-kehystä numero 3 eikä uusi IWU 101 saa kolmannen RLP-kehysten kuittauksia. Koska MS ei vastaanota hyötykuormayksikköiden 1-3, jotka lähetettiin LAC-kehyksessä, kuittauksia tietyn ajan sisällä, LAC-ajastin laukeaa ja MS lähettää hyötykuormayksiköt uudelleen LAC-kehyksessä 126 uudelle IWU:lle 101. Uusi IWU 101 konvertoi LAC-kehysten 126 RLP-formaattiin ja lähettää ensimmäisen RLP-kehysten 127. Ensimmäisen RLP-kehysten 127 sekvenssinumero on sama kuin LAC-kehysten ensimmäisen hyötykuormayksikön numero eli 1. Nyt MSC tietää, että se on jo vastaanottanut RLP-kehukset 1 ja 2 vanhan IWU:n kautta ja pyytää RLP-kuittauskehyksellä 128 uutta IWU:a lähettämään RLP-kehysten numero 3. Uusi IWU 101 lähettää RLP-kehysten 129, jonka numero on 3, ja MSC lähettää RLP-kuittauskehysten 130, jossa pyydetään seuraavaksi kehystä numero 4. Koska tätä kehystä ei ole IWU:ssa, IWU konvertoi RLP-kehysten 130 LAC-kehjeksi 131, jossa pyydetään lähettämään hyötykuormayksikkö 4. Siten

LAC-kehys 131 kuittaa LAC-kehyksen 126. Näin handover saatiin suoritettua ilman että käyttäjädataa kahdentui tai menetettiin.

Keksinnön ensisijaisessa suoritusmuodossa kehyksen otsikossa on vain yksi hyötykuormanumero, joka ilmaisee kehyksen sisältämän ensimmäisen hyötykuormayksikön. Tämä on riittävää ja minimoi overheadin normaaleissa olosuhteissa. Erikoistilanteissa, kuten datanopeuden vaihtuessa, saat-  
5     taa kuitenkin olla tarpeen ilmoittaa kehyksen otsikossa kaikkien hyötykuormayksiköiden numerot. Tämä voidaan keksinnön mukaisesti tehdä kehyksen otsikon laajennuksella, jota havainnollistettu esimerkeillä kuvioissa 13 ja 14.

10     Kuviossa 13 on esitetty kehyksen (esim. LAC-kehys) hyötynumerokenttä, jossa on laajennusmahdollisuus. Peruskentän pituus on 16 bittiä (oktetit 1 ja 2). Hyötykuormanumero (PN) on 14 bittiä. H-lippu ilmaisee onko otsikon laajennus käytössä vai ei. Jos H-lippu on 0, otsikko päättyy tähän oktettiin ja seuraavat kaksi oktetia (3 ja 4) sisältävät dataa (ts. ensimmäisen  
15     hyötykuormayksikön alkuosan). Jos H-lippu on 1, seuraavat kaksi oktetia (3 ja 4) sisältävät uuden hyötykuormayksikkönumeron. Keksinnön eräässä suoritusmuodossa nämä ylimääräiset hyötykuormayksikkönumerot korvaavat ensimmäisen hyötykuormayksikön. D-lippu (datasegmentointi-laajennus) kertoo sisältääkö ensimmäinen hyötykuormayksikkö datasegmentointi-informaatiota.  
20     Jos D-lippu on 1, ensimmäinen hyötykuormayksikkö sisältää segmentointi-informaatiota. Jos D-lippu on 0, ensimmäinen datayksikkö sisältää dataa. Tyyppillisesti data jaetaan (segmentoidaan) hyötykuormayksiköihin jatkuvana virtana ja voidaan myös palauttaa sijoittamalla hyötykuormayksiköt numerojärjestyksessä peräkkäin. Datasegmentointi-informaatiota tarvitaan, jos datan  
25     segmentointi suoritetaan jollakin poikkeavalla tavalla.

Normaalissa tilanteessa hyötykuormayksikkönumerokenttä käsittää vain oktetit 1 ja 2 (H=0) ilmoittaa kehyksen ensimmäisen hyötykuormayksikön numeron.

Poikkeustilanteessa, esim. datanopeuden vaihtuessa, voidaan joutua uudelleenlähettämään yhdessä tai useammassa kehyksessä muutamia  
30     hyötykuormayksiköitä "poissa sekvenssistä", toisin sanoen kehyksissä olevilla hyötykuormayksikoilla ei ole peräkkäiset numerot. Tällöin keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesti laajennetaan otsikon numerokenttää yhden tai useamman numeron verran. Tällöin viimeisessä numerokentässä H=0 ja  
35     muissa numerokentissä H=1. Kuvio 14 esittää esimerkin kehyksestä, jossa on neljä yksilöllisesti numeroitua hyötykuormayksikköä, jotka vievät viiden hyöty-

kuormayksikön tilan. Täytettä PAD (esim. nollatäyte) käytetään sovittamaan kehyksen koko olemaan perusrakenteen monikerta. Kuviossa 14 hyötykuormayksikön koko on 80 bittiä, FCS 16 bittiä, ja perusotsikko 16 bittiä. Laajennettu  $16+3*16=64$  bittiä. PAD on 32 bittiä ( $80-3*16$ ), jolloin kehyksen koko vastaa peruskehystä, jossa on neljä hyötykuormayksikköä. Normaalisti kehyksen koko muuttuu hyötykuormayksiköiden lukumäärää muuttamalla, jolloin kehyksen koko on  $16+16+n*80$  bittiä, missä  $n$  on hyötykuormayksiköiden lukumäärä. PADin avulla myös kehyksen, jossa on laajennettu otsikko, pituus on jokin näistä peruskehysten monikerroista.

10 On ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

**Patenttivaatimukset**

1. Datasiihtomenetelmä tietoliikennejärjestelmässä, jossa menetelmässä

siirretään data uudelleenlähetysmekanismilla varustetun linkkiprotokollan kehyksissä lähetyspäästä vastaanottopäähän,

t u n n e t t u siitä, että

siirretään data protokollakehyksien informaatiokentissä vakiomittaisina datalohkoina, jotka on numeroitu,

käytetään mainittua datalohkonumerointia mainitussa uudelleenlähetysmekanismissa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheet

pilkotaan lähetettävä data vakiopituiseksi hyötykuormayksiköiksi, joilla on hyötykuormanumerot niiden erottamiseksi toisistaan,

sijoitetaan yksi tai useampi hyötykuormayksikkö kunkin protokollakehyksen informaatiokenttään,

varustetaan protokollakehyksen otsikkokenttä hyötykuormanumeroinnilla, joka indikoi protokollakehyksen informaatiokentässä olevat hyötykuormayksiköt,

siirretään kehykset lähetyspäästä vastaanottopäähän,

kuitataan asianmukaisesti vastaanotetut hyötykuormayksiköt, pyydetään uusien hyötykuormayksiköiden lähettämistä tai pyydetään hyötykuormayksiköiden, joita ei vastaanotettu asianmukaisesti, uudelleenlähettämistä mainittujen hyötykuormanumeroiden avulla.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheet

muutetaan protokollakehyksen pituutta yhteyden aikana,

sijoitetaan uudelleenlähetettävät hyötykuormayksiköt, jotka ensimmäisen kerran lähetettiin ennen kehyspituuden muutosta, yhteen tai useampaan protokollakehykseen, joilla on uusi kehyspituus.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheet

puretaan hyötykuormayksiköt pois lähetyspäässä uudelleenlähetyspuskurissa olevista protokollakehyksistä, joilla on vanha kehyspituus, kehyspituuden muuttamisen jälkeen.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla on toisen kerroksen linkkiprotokolla, kuten radiolinkkiprotokolla (RLP), linkkiinpääsynohjausprotokolla (LAC) tai radiolinkki-ohjausprotokolla (RLCP), tai niiden alapuolella oleva protokolla, kuten Medium Access Control (MAC).

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että indikoidaan normaalitilanteessa protokollakehityksen otsikossa vain yhden informaatiokentässä olevan hyötykuormayksikön numero, indikoidaan protokollakehityksen otsikossa yksilöllisesti jokaisen informaatiokentässä olevan hyötykuormayksikön numero, kun protokollakehyksessä poikkeustilanteessa uudelleenlähetetään hyötykuormayksiköitä, joilla ei ole peräkkäiset numerot.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että indikoidaan mainitut yksilölliset hyötykuormanumerot kehityksen otsikon laajennuksessa mainitun informaatiokentän alussa.

8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu poikkeustilanne on datanopeuden vaihtuminen.

9. Datasiirtomenetelmä matkaviestinjärjestelmässä, joka käsittää matkaviestintakeskuksen, jossa on ei-transparenttia datasiirtoa varten ensimmäinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla, jossa on kiinteä kehyspituus; radioaccessverkon, jolla on ei-transparenttia datasiirtoa varten toinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla, jossa on muutettava kehyspituus tai jonka kehys on pitempi kuin ensimmäisen protokollan kehys; ja verkkosovitin-yksikön, jonka kautta radioaccessverkko on kytketty matkaviestintakeskukseen, joka menetelmä käsittää vaiheet

siirretään data ensimmäisen linkkiprotokollan kehyksissä verkkosovitin-yksikön ja matkaviestintakeskuksen välillä,

käytetään kehysnumerointia mainitussa uudelleenlähetysmekanismissa verkkosovittimen ja matkaviestintakeskuksen välillä,

siirretään data toisen linkkiprotokollan kehyksissä matkaviestimen ja verkkosovitin-yksikön välillä,

tunnettu siitä, että

siirretään data toisen linkkiprotokollan kehyksien informaatiokentissä datalohkoina, jotka on numeroitu, mainitun datalohkon pituuden ollessa sama kuin ensimmäisen linkkiprotokollan kehyksen informaatiokentän pituus;

5 käytetään mainittua datalohkonumerointia mainitussa uudelleenlähetysmekanismeissa verkkosovittimen ja matkaviestimen välillä, jolloin mainittu datalohkonumerointi on suoraan yhteensopiva verkkosovittimen ja matkaviestintakeskuksen välillä käytetyn kehysnumeroinnin kanssa.

10 10. Datasiirtomenetelmä matkaviestinjärjestelmässä, joka käsittää matkaviestintakeskuksen, jossa on ei-transparenttia datasiirtoa varten ensimmäinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla, jossa on kiinteä kehyspituus; radioaccessverkon, jolla on ei-transparenttia datasiirtoa varten toinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla, jossa on muutettava kehyspituus; ja verkkosovitinyksikön, jonka kautta radioaccess-

15 verkko on kytketty matkaviestintakeskukseen, joka menetelmä käsittää vaiheet siirretään data ensimmäisen linkkiprotokollan kehyksissä verkkosovitinyksikön ja matkaviestintakeskuksen välillä,

siirretään data toisen linkkiprotokollan kehyksissä matkaviestimen ja verkkosovitinyksikön välillä,

20 tunnettu siitä, että siirretään data toisen linkkiprotokollan kehyksien informaatiokentissä datalohkoina, jotka on numeroitu,

valitaan datalohkon pituus siten, että toisen linkkiprotokollan kehyspituus on sama tai pienempi kuin ensimmäisen linkkiprotokollan kehyksen tai informaatiokentän pituus,

25 siirretään toisen linkkiprotokollan kehykset ensimmäisen linkkiprotokollan kehysten sijasta tai niiden informaatiokentissä verkkosovittimen ja matkaviestintakeskuksen välillä,

30 käytetään mainittua datalohkonumerointia toisen linkkiprotokollan mukaisessa uudelleenlähetysmekanismeissa koko yhteydellä matkaviestimen matkaviestintakeskuksen välillä.

35 11. Tietoliikennejärjestelmä, joka käsittää lähettimen (Tx) ja vastaanottimen (Rx) sekä uudelleenlähetysmekanismilla varustetun linkkiprotokollan, lähettimen ja vastaanottimen ollessa järjestetty siirtämään data linkkiprotokollan kehyksissä lähetyspäästä vastaanottopäähän, tunnettu siitä, että data on protokollakehysten (62, 71, 73, 75) informaatiokentissä vakioit-



taisina datalohkoina (62), jotka on numeroitu, ja että mainittu uudelleenlähetyksmekanismi on sovitettu käyttämään mainittua datalohkonumerointia.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että kunkin protokollakehyksen informaatiokentässä on yksi tai useampi datalohko (62), ja että protokollakehyksen otsikkokenttä (H) on varustettu hyötykuormanumeroinnilla, joka indikoi protokollakehyksen informaatiokentässä olevat hyötykuormayksiköt.

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että vastaanotin (Rx) on järjestetty kuittaamaan asianmukaisesti vastaanotetut hyötykuormayksiköt (62), pyytämään uusien hyötykuormayksiköiden lähettämistä tai pyytämään hyötykuormayksiköiden, joita ei vastaanotettu asianmukaisesti, uudelleenlähettämistä mainittujen hyötykuormanumeroiden avulla.

14. Patenttivaatimuksen 11, 12 tai 13 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että protokollakehyksen (62, 71, 73, 75) pituus on muutettavissa yhteyden aikana, ja että lähetin (Tx) on sovitettu sijoittamaan uudelleenlähettävät hyötykuormayksiköt, jotka ensimmäisen kerran lähetettiin ennen kehyspituuden muutosta, yhteen tai useampaan protokollakehykseen, joilla on uusi kehyspituus, vasteena kehyspituuden muuttamiselle.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että lähetin (Tx) on järjestetty purkamaan hyötykuormayksiköt pois uudelleenlähetysohjeistuksessa olevista protokollakehyksistä, joilla on vanha kehyspituus, vasteena kehyspituuden muuttamiselle.

16. Jonkin patenttivaatimuksen 11-15 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu uudelleenlähetyksmekanismilla varustettu linkkiprotokolla on toisen kerroksen linkkiprotokolla, kuten radiolinkkiprotokolla (RLP), linkkiinpääsynohjausprotokolla (LAC) tai radiolinkki-ohjausprotokolla (RLCP), tai niiden alapuolella oleva protokolla, kuten Medium Access Control (MAC)

17. Jonkin patenttivaatimuksen 11-16 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että t u n n e t t u siitä, että kuormayksikön (62) pituus on suoraan tai epäsuorasti saatavissa kanavan sisäisestä tai kanavan ulkopuolisesta signaloinnista.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 11-17 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että kuormayksikön (62) pituus on neuvoteltavissa yhteyden alussa ja/tai yhteyden aikana.

19. Jonkin patenttivaatimuksen 11-18 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että

protokollakehyksen otsikko sisältää normaalitilanteessa yhden informaatiokentässä olevan hyötykuormayksikön numeron,

5         protokollakehyksen otsikko sisältää jokaisen informaatiokentässä olevan hyötykuormayksikön yksilöllisen numeron, kun protokollakehyksessä poikkeustilanteessa uudelleenlähetetään hyötykuormayksiköitä, joilla ei ole peräkkäiset numerot, mainitun poikkeustilanteen ollessa esimerkiksi datanopeuden vaihtuminen.

10         20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että protokollakehyksen otsikko on laajennettavissa informaatiokentän alkuosaan mainittujen yksilöllisten hyötykuormanumeroiden esittämiseksi.

21. Matkaviestinjärjestelmässä, joka käsittää matkaviestintakeskuksen (MSC), jossa on ei-transparenttia datasiirtoa varten ensimmäinen linkki-  
15         protokolla (RLP), jossa on kiinteä kehyspituus ja kehysnumerointia käyttävä uudelleenlähetysmekanismi; radioaccessverkon (RAN), jolla on ei-transparenttia datasiirtoa varten toinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkki-protokolla (LAC), jossa on muutettava kehyspituus tai jonka kehys on pitempi kuin ensimmäisen protokollan kehys, ja verkkosovitinyksikön (IWU), jonka  
20         kautta radioaccessverkko (RAN) on kytketty matkaviestintakeskukseen (MSC) siten, että matkaviestimen (MS) ja matkaviestintakeskuksen (MSC) välillä on radioaccessverkon (RAN) kautta siirtoyhteys, joka käsittää ensimmäisen osuuden sovitinyksikön (IWU) ja matkaviestintakeskuksen (MSC) välillä ja toisen osuuden matkaviestimen (MS) ja sovitinyksikön (IWU) välillä, t u n n e t t u  
25         siitä, että data on toisen linkkiprotokollan (LAC) kehyksien informaatiokentissä datalohkoina (62), jotka on numeroitu, mainitun datalohkon (62) pituuden ollessa sama kuin ensimmäisen linkkiprotokollan (RLP) kehyksen informaatiokentän pituus, ja että toisen linkkiprotokollan (LAC) uudelleenlähetysmekanismi on sovitettu käyttämään mainittua datalohkonumerointia verkkosovittimen  
30         (IWU) ja matkaviestimen (MS) välillä, jolloin mainittu datalohkonumerointi on suoraan yhteensopiva verkkosovittimen (IWU) ja matkaviestintakeskuksen (MSC) välillä käytetyn kehysnumeroinnin kanssa.

22. Matkaviestinjärjestelmässä, joka käsittää matkaviestintakeskuksen (MSC), jossa on ei-transparenttia datasiirtoa varten ensimmäinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla (RLP), jossa on kiinteä kehyspituus; radioaccessverkon (RAN), jolla on ei-transparenttia datasiirtoa var-

ten toinen uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla (LAC), jossa on muutettava kehyspituus; ja verkkosovitin (IWU), jonka kautta radioaccessverkko (RAN) on kytketty matkaviestintakeskukseen (MSC) siten, että matkaviestimen (MS) ja matkaviestintakeskuksen (MSC) välillä radioaccessverkon (RAN) kautta siirtoyhteys, joka käsittää ensimmäisen osuuden sovitinyksikön (IWU) ja matkaviestintakeskuksen (MSC) välillä ja toisen osuuden matkaviestimen (MS) ja sovitinyksikön (IWU) välillä, t u n n e t t u siitä, että matkaviestin (MS) ja verkkosovitin (IWU) on järjestetty siirtämään dataa toisen linkkiprotokollan (LAC) kehyksien informaatiokentässä datalohkoina (62), jotka on numeroitu, ja että datalohkon (62) pituus on sellainen, että toisen linkkiprotokollan (LAC) kehyspituus on sama tai pienempi kuin ensimmäisen linkkiprotokollan (RLP) kehyksen tai informaatiokentän pituus, ja että verkkosovitin (IWU) ja matkaviestintakeskus (MSC) on järjestetty siirtämään toisen linkkiprotokollan (LAC) kehykset ensimmäisen linkkiprotokollan (RLP) kehysten sijasta tai niiden informaatiokentässä verkkosovittimen (IWU) ja matkaviestintakeskuksen (MSC) välillä, ja että matkaviestin (MS) ja matkaviestintakeskus (MSC) on sovitettu käyttämään mainittua datalohkonumerointia toisen linkkiprotokollan (LAC) mukaisessa uudelleenlähetysmekanismissa koko yhteydellä matkaviestimen matkaviestintakeskuksen välillä.

23. Matkaviestin (MS), joka on järjestetty lähettämään ja vastaanottamaan dataa uudelleenlähetysmekanismilla varustetun linkkiprotokollan (LAC) kehyksissä, t u n n e t t u siitä, että data on protokollakehysten informaatiokentässä vakiomittaisina datalohkoina (62), jotka on numeroitu, ja että mainittu uudelleenlähetysmekanismi on sovitettu käyttämään mainittua datalohkonumerointia.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen matkaviestin, t u n n e t t u siitä, että kunkin protokollakehyksen informaatiokentässä on yksi tai useampi datalohko (62), ja että protokollakehyksen otsikkokenttä (H) on varustettu hyötykuormanumeroinnilla, joka indikoi protokollakehyksen informaatiokentässä olevat datalohkot (62).

25. Patenttivaatimuksen 23 tai 24 mukainen matkaviestin, t u n n e t t u siitä, että matkaviestin (Rx) on järjestetty kuittaamaan asianmukaisesti vastaanotetut datalohkot, pyytämään uusien datalohkojen lähettämistä tai pyytämään datalohkojen, joita ei vastaanotettu asianmukaisesti, uudelleenlähettämistä.

26. Patenttivaatimuksen 23, 24 tai 25 mukainen matkaviestin, tunnettu siitä, että protokollakehyksen pituus on muutettavissa yhteyden aikana, ja että matkaviestin (MS) on sovitettu sijoittamaan uudelleenlähetettävät datalohkot, jotka ensimmäisen kerran lähetettiin ennen kehyspituuden muutosta, yhteen tai useampaan protokollakehykseen, joilla on uusi kehyspituus, vasteena kehyspituuden muuttamiselle.

27. Jonkin patenttivaatimuksen 23-26 mukainen matkaviestin, tunnettu siitä, että mainittu uudelleenlähetysmekanismilla varustettu linkkiprotokolla on toisen kerroksen linkkiprotokolla, kuten radiolinkkiprotokolla (RLP), linkkiinpääsynohjausprotokolla (LAC) tai radiolinkki-ohjausprotokolla (RLCP), tai niiden alapuolella oleva protokolla, kuten Medium Access Control (MAC).

28. Jonkin patenttivaatimuksen 23-27 mukainen matkaviestin, tunnettu siitä, että se on kaksitoiminen matkaviestin, jolla on kyky toimia kahdessa erilaisessa radiorajapinnassa omaavassa radiojärjestelmässä.

29. Jonkin patenttivaatimuksen 23-28 mukainen matkaviestin, tunnettu siitä, että

protokollakehyksen otsikko sisältää normaalitilanteessa yhden informaatiokentässä olevan hyötykuormayksikön numeron,

20 protokollakehyksen otsikko sisältää jokaisen informaatiokentässä olevan hyötykuormayksikön yksilöllisen numeron, kun protokollakehyksessä poikkeustilanteessa uudelleenlähetetään hyötykuormayksiköitä, joilla ei ole peräkkäiset numerot, mainitun poikkeustilanteen ollessa esimerkiksi datanopeuden vaihtuminen.

**(57) Tiivistelmä**

Keksintö liittyy datasiirtoon tietoliikennejärjestelmissä ja erityisesti radiojärjestelmissä. Keksintö käyttää "hyötykuormayksikkönumerointia" perinteisen kehysnumeroinnin sijasta tai rinnalla. Data (61) pilkotaan kiinteäpituisiin datalohkoihin eli hyötykuormayksiköihin (62). Lohkon koko on edullisesti yhtäsuuri tai pienempi kuin käytetyn protokollan (protokollien) kehyksien (63) lyhin informaatiokenttä. Jokainen protokollakehys kuljettaa yhden tai useamman hyötykuormayksikön. Optimaalisessa tilanteessa protokollakehyksen informaatiokentän pituus on yhtäsuuri kuin  $n$  kertaa hyötykuormayksikön pituus, missä  $n$  on kokonaisluku. Kehysnumeroinnin sijasta (joissakin erikoistapauksissa mahdollisesti rinnalla) protokollakehys kuljettaa hyötykuormanumeroita, sekä protokollakehyksen kuljettamien hyötykuormayksiköiden (datalohkojen) indikointia varten että vastaanotettujen lohkojen kuittausta varten.

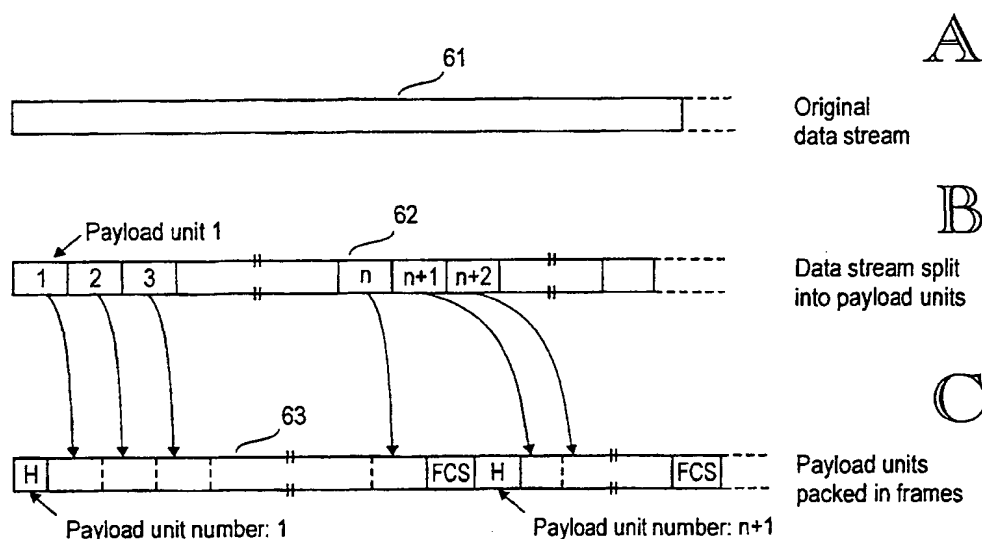
(Kuvio 6A-6C)



## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>6</sup> : <b>H04L 1/18</b>		A2	(11) International Publication Number: <b>WO 99/63703</b>
			(43) International Publication Date: 9 December 1999 (09.12.99)
(21) International Application Number: PCT/FI99/00477 (22) International Filing Date: 1 June 1999 (01.06.99) (30) Priority Data: 981261                      3 June 1998 (03.06.98)                      FI 981441                      23 June 1998 (23.06.98)                      FI (71) Applicant (for all designated States except US): NOKIA NETWORKS OY [FI/FI]; Keilalahdentie 4, FIN-02150 Espoo (FI). (72) Inventors; and (75) Inventors/Applicants (for US only): BERGENWALL, Martin [FI/FI]; Heinjoenpolku 3 A 6, FIN-02140 Espoo (FI). RINNE, Mikko, J [FI/FI]; Tallbergin puistotie 1 C 25, FIN-00200 Helsinki (FI). IMMONEN, Jukka [FI/FI]; Vahverotie 5 L, FIN-02730 Espoo (FI). OHVO, Mikko [FI/FI]; Johanbergintie 102, FIN-04660 Numminen (FI). RÄSÄNEN, Juha [FI/FI]; Pensaskertuntie 8 A, FIN-02660 Espoo (FI). (74) Agent: KOLSTER OY AB; Iso Roobertinkatu 23, P.O. Box 148, FIN-00121 Helsinki (FI).		(81) Designated States: AE, AL, AM, AT, AT (Utility model), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, CZ (Utility model), DE, DE (Utility model), DK, DK (Utility model), EE, EE (Utility model), ES, FI, FI (Utility model), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Published</b> <i>In English translation (filed in Finnish).          Without international search report and to be republished upon receipt of that report.</i>	

(54) Title: DATA TRANSMISSION METHODS IN A TELECOMMUNICATION SYSTEM



## (57) Abstract

The invention relates to data transmission in telecommunication systems and particularly in radio systems. The invention employs "payload numbering" instead of or in addition to conventional frame numbering. Data (61) is split into fixed-length data blocks or payload units (62). The size of a block is preferably equal to or smaller than the shortest information field in frames (63) of the protocol(s) used. Each protocol frame carries one or more payload units. In an optimum situation the length of the information field in a protocol frame equals  $n \times$  the length of the payload unit, where  $n$  is an integer. Instead of frame numbering (in some special cases possibly in addition to it) the protocol frame carries payload numbers both for indicating the payload units (data blocks) conveyed in the protocol frame and for acknowledging the received blocks.

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

## DATA TRANSMISSION METHODS IN A TELECOMMUNICATION SYSTEM

The invention relates to data transmission in telecommunication systems and particularly in radio systems.

5 Mobile communication systems generally refer to different telecommunication systems which enable personal wireless data transmission while subscribers roam in the system area. A typical mobile communication system is a Public Land Mobile Network (PLMN). First-generation mobile communication systems were analogue systems where speech or data was  
10 transferred in an analogue form similarly as in conventional public switched telephone networks. An example of a first-generation system is the Nordic Mobile Telephone (NMT).

In second-generation mobile systems, such as the Global System for Mobile Communication (GSM), speech and data are transmitted in a digital  
15 form. In addition to conventional speech transmission, digital mobile communication systems provide a plurality of other services: short messages, facsimile, data transmission, etc.

Currently under development are third-generation mobile communication systems, such as the Universal Mobile Communication System  
20 (UMTS) and the Future Public Land Mobile Telecommunication System (FPLMTS), which was later renamed as the International Mobile Telecommunication 2000 (IMT-2000). The UMTS is being standardized by the European Telecommunication Standards Institute (ETSI), whereas the International Telecommunication Union (ITU) standardizes the IMT-2000  
25 system. These future systems are basically very similar. For example the UMTS, as all mobile communication systems, provides wireless data transmission services to mobile subscribers. The system supports roaming, which means that UMTS users can be reached and they can make calls anywhere as long as they are situated within the coverage area of the UMTS.

30 Services provided by mobile communication systems can generally be divided into teleservices and bearer services. A bearer service is a telecommunication service which forms signal transmission between user-network interfaces. For example modem services are bearer services. In a teleservice the network also provides subscriber terminal services. Important  
35 teleservices include speech, facsimile and videotex services. Bearer services are usually divided into groups according to a property, such as asynchronous



and synchronous bearer services. Each of these groups comprises a number of bearer services, such as a transparent service (T) and a non-transparent service (NT). In a transparent service the (real-time) data to be transmitted is unstructured and transmission errors are corrected only by means of channel coding. In a non-transparent service the (non-real-time) data to be transmitted is structured into protocol data units (PDU) and transmission errors are corrected by utilizing (in addition to channel coding) automatic retransmission protocols, i.e. retransmission of corrupted data in the data link layer. For example in the GSM system such a link protocol is called a radio link protocol (RLP). This kind of link protocol is also generally referred to as link access control (LAC), particularly in connection with third-generation mobile communication systems.

In a retransmission protocol the data is transmitted in frames (data units), which usually comprise a frame check sequence FCS, which is calculated on the basis of the frame content. The receiver checks the content of the received frames by calculating the FCS on the basis of the content of the received frame and by comparing it with the FCS received in the frame. If the FCSs do not match, the frame is interpreted as corrupted and the receiver requests for retransmission of the frame. The receiver also requests for retransmission when the frame is missing entirely. In such a manner the radio system is able to provide a user with a data channel which has a better bit error ratio (BER) than a data channel with no retransmission protocol in use. For example in the GSM system, the basic BER (without RLP) is usually about  $10^{-3}$ , whereas with the use of RLP the BER is about  $10^{-8}$ . On the other hand, the effective data rate naturally deteriorates due to numerous retransmissions.

The retransmission protocol retransmits the entire frame whenever the FCS calculated in the receiver does not match the received FCS. This may result from an error of one bit in the frame. This speaks for the use of short frames in order that the amount of data that is possibly retransmitted as a result of bit errors can be minimized. On the other hand, each frame has a header, which contains sequence numbers for identifying the frame, and an FCS field. This overhead, in turn, speaks for longer frames in order that the overhead in the frames can be minimized. The longer the frames, the smaller the portion of the overhead with respect to the amount of the data to be transmitted. At present there are protocols which employ fixed-length data frames (such as the GSM RLP) and protocols utilizing variable-length

protocols, such as Logic Link Control LLC in the packet data service GPRS of the GSM system.

Third-generation mobile communication systems may require variable-length frames of the data link layer for different reasons, for example  
5 in order to achieve optimum adaptation to changing conditions of an underlying Medium Access Control (MAC) layer and to varying radio conditions. In third-generation systems it is possible to use different MAC services with different BERs from about  $10^{-3}$  to  $10^{-6}$  with or without MAC layer retransmission. However, there is a problem related to adaptive changing of  
10 the frame length.

If the radio conditions deteriorate, the frame length is made shorter. The shorter the frame, the less susceptible it is to disturbance and the greater the likelihood that the frame is transmitted over the radio path without distortion. On the other hand, if the frames are very long each frame is  
15 subjected to bit errors during the transmission and the transmission only consists of retransmissions. When the frame length changes during the connection, it is likely that the transmission buffers will contain long frames waiting for retransmission. However, such long frames cannot be divided into several short frames since this would make the frame numbering meaningless  
20 and thus prevent correct operation. In other words, if long frames that have already been transmitted are retransmitted in short frames with different frame numbers, it will confuse the complicated sequences of retransmissions and retransmission requests, possibly resulting in loss or doubling of data. Therefore long frames must be retransmitted even if the optimum frame length  
25 used by the new frames may be considerably shorter.

Transfer to the use of third-generation mobile communication systems will take place gradually. At the beginning, third-generation radio access networks will be used in connection with network infrastructure of second-generation mobile communication systems. Such a hybrid system is  
30 illustrated in Figure 1. A second-generation mobile services switching centre MSC is connected both to a second-generation radio access network, such as a GSM base station system BSS consisting of a base station controller BSC and base stations BTS, and to a third-generation radio access network consisting of, for example, a radio network controller RNC and base stations  
35 BS. In practice, there will be two different radio subsystems RSS, which share a common infrastructure on the network subsystem NSS level. Second-

generation mobile stations MS (such as the GSM) communicate via the second-generation radio access network and third-generation mobile stations MS (such as the UMTS) communicate via the third-generation radio access network. Possible dual-mode phones (such as GSM/UMTS) are able to use  
5 either radio access network and to perform handovers between them.

Since a third-generation radio access network has not been designed to be compatible with a second-generation core network (NSS), it is clear that such a mixed architecture requires interworking between the networks, usually described in the form of an interworking unit IWU. A general  
10 requirement is that no modifications are allowed in the second-generation system (mobile services switching centre MSC), which means that the interface connecting, for example, the GSM MSC and the IWU should be a pure A interface. The IWU should carry out all the conversions between the second-generation and third-generation functions and formats. Since the  
15 second-generation and third-generation retransmission protocols (such as RLP and LAC) will be at least somewhat different, interworking which will probably be needed between the second-generation and third-generation systems is the adaptation of these different protocols to each other.

Subsequent development will lead to a situation where pure third-  
20 generation mobile communication networks exist in parallel with second-generation mobile systems or the aforementioned hybrid systems. Figure 2 illustrates this situation.

An object in the development of third-generation mobile communication systems is supporting a handover between second-generation  
25 and third-generation mobile systems. A dual-mode mobile station should be able to roam from a second-generation radio access network to a third-generation radio access network and vice versa without a break in an ongoing call.

This object can be reached rather easily for speech calls or  
30 transparent data calls. A handover causes loss or doubling of only a few bits when traffic channel protocol stacks are being swapped. Speech does not require amendment of these few bit errors, since they only cause a momentary disturbance or no noticeable change in the received speech. In transparent data transmission, end-to-end application protocols correct single bit errors.

35 The situation is different when a handover is carried out for non-transparent data calls. As stated above, NT calls utilize a retransmitting link

protocol, such as RLP or LAC, (in addition to channel coding) for error correction. Second-generation and third-generation protocols will be at least somewhat different. Therefore it is necessary to change the link protocol during a handover. However, in a handover there may be complicated ongoing  
5 sequences of selective retransmissions and retransmission requests in the "old" link protocol, and an interruption thereof possibly leads to loss or doubling of data. Yet, in order to maintain data integrity it is important that not one bit is lost or doubled during the swap of the traffic channel protocol stacks.

An object of the invention is to eliminate the problems related to the  
10 retransmission of old frames when the frame length of the retransmission protocol is changed during the connection.

Another object of the invention is the interworking between link layer protocols of different radio systems.

Yet another object of the invention is to develop a handover method  
15 which maintains data integrity in a handover for a non-transparent call between two mobile communication systems.

The basic idea of the invention is to utilize "payload unit numbering" instead of or in addition to conventional frame numbering. The data is split into fixed-length data blocks or payload units. The size of a block is preferably  
20 equal to or smaller than the shortest information field in the frames of the protocol(s) used. Each protocol frame carries one or more payload units. In an optimum situation the length of the information field in a protocol frame equals  $n \cdot$  the length of the payload unit, where  $n$  is an integer. Instead of (in some special cases possibly in addition to) frame numbering the protocol frame  
25 carries payload numbers both for indicating the payload units (data blocks) transferred in the protocol frame and for acknowledgement of the received blocks.

The payload numbering according to the invention is thus based on the numbering of the units formed from the data content, wherefore it is  
30 independent of the frame length and the frame type, i.e. the used protocol. This provides considerable advantages.

By means of the payload numbering it is possible to avoid the aforementioned problems related to changing the length of the protocol frame. After the frame length has changed, the transmitter splits the "old" frames in  
35 the retransmission buffer back into payload units, packs these payload units into "new" frames and indicates with payload numbering in the header of the

new frame which payload units the frame contains (e.g. by indicating the number of the first payload unit in the frame). The receiver identifies the change in the frame length (e.g. from the frame header) and the payload numbers (both the numbers sent for identification of the received frames and the numbers sent for acknowledgement) from the frame header similarly as before the change of the frame length. The retransmission sequences are not disturbed as a result of the change in the frame length since the payload numbering is the same as before the change. The only thing that changes is the frame capacity, i.e. the number of payload units transferred in one frame. Therefore the invention optimizes the performance of a non-transparent data traffic channel under varying radio and error conditions.

By means of the payload unit numbering it is also possible to improve the interworking of link layer protocols between two different radio systems. The length of the payload unit can be selected optimally regarding the protocols used by both systems. For example, the length of the payload unit can be negotiated at the start of each connection in the same way as all the other link layer parameters, or the length can be indicated directly or indirectly in connection with signalling, or the length can be fixed. In an embodiment of the invention, a radio access network (e.g. a third-generation radio access network) where the protocol (e.g. LAC) allows changing the frame length is connected to another radio system (e.g. a second-generation radio system) where the protocol (e.g. RLP) frame has a fixed length. The length of the payload unit can be selected to be identical to the length of the information field in the RLP frame, in which case each RLP frame carries one payload unit and the payload numbering is directly compatible with the RLP frame numbering. Therefore the same numbering applies over the entire connection for example between the mobile station and the mobile services switching centre even though the connection comprises two legs with different layer 2 link protocols and even different frame lengths. This simplifies the implementation of the interworking between the systems since the interworking does not have to adapt two different frame numbering systems to each other, but it only attends to the adaptation of the different protocol functions and formats and to the transmission of information (user data and protocol commands and responses). If either protocol does not support a particular protocol function, the interworking unit can deactivate the function for example by means of negative acknowledgement when the link parameters are being

negotiated at the beginning of the connection. Also, the same numbering from end to end enables handovers without loss or doubling of data. Alternatively, the length of the payload unit can be selected such that the frame of the first protocol (e.g. third-generation LAC) can be transmitted through a channel of the second radio system instead of the second protocol (e.g. RLP) frame or in the information field thereof. In this case, too, the same numbering is applied from end to end, which provides several advantages. The invention also makes it possible to change the frame length at the radio interface in steps of a payload unit even though the frame length at the network interface between the mobile services switching centre and the interworking unit stays the same. Therefore the frame length at the radio interface can be adapted to radio conditions, error conditions, etc.

The payload units are numbered preferably in ascending order. Therefore, under normal conditions it is sufficient that the payload units in the frame are identified with one payload unit number (e.g. the number of the first payload unit). In such a case the invention causes no or only minimum overhead. A different situation occurs when the data rate is changed from a lower to a higher rate or vice versa, and the higher data rate is not an even multiple of the lower data rate. In such a case there may be scattered payload units (which are no longer in the original sequence), which must be retransmitted. According to an embodiment of the invention, in these less than optimum situations the payload unit number is indicated in the frame separately for each payload unit by means of so-called header extension. This means a temporary increase in overhead. However, these situations are rare since only about 5 to 10% of the frames are assumed to be retransmitted and only a fraction of these will be out of sequence and subject to changes of data rate.

The invention will be described below in greater detail in connection with preferred embodiments, with reference to the accompanying drawings, in which

Figure 1 shows a second-generation mobile communication network supplemented with a third-generation radio access network;

Figure 2 shows a second-generation and a third-generation network between which dual-mode mobile stations can roam;

Figure 3 shows a protocol stack of a non-transparent data service in the GSM system;

Figure 4 shows protocol layers of a third-generation mobile system in another manner;

Figure 5 illustrates a basic structure of an LAC frame;

Figures 6A to 6C illustrate payload unit numbering according to the invention;

Figure 7 illustrates data transmission and retransmission based on payload numbering;

Figures 8A, 8B, 8C and 9 illustrate the retransmission according to the invention when the frame length changes;

Figure 10 shows a mobile communication system where a third-generation radio access network is connected to a second-generation mobile services switching centre;

Figure 11 shows data transmission in the system of Figure 10 when payload unit numbering is used;

Figure 12 illustrates a handover according to the invention during the transmission of an LAC frame;

Figure 13 illustrates an extendible header of a protocol frame; and

Figure 14 shows a frame where the header comprises individual numbers of four payload units.

The present invention can be applied in any telecommunication system with a link protocol frame of variable length, or in interworking or handover between any two digital radio systems with different radio link protocols. "Radio system" should be understood broadly such that different radio access networks of the same mobile network are able to form different radio systems, as illustrated in Figure 1, or that radio systems refer to entirely separate mobile communication systems, as shown in Figure 2. One or both of the radio access networks can be wireless local loop (WLL) or radio local loop (RLL) networks. The primary field of application of the invention is a handover between a second-generation and a third-generation mobile network, such as the GSM and the UMTS. "Link protocol" should also be understood herein generally to cover not only the present second-generation protocols, such as the RLP of the GSM system, but also all the possible third-generation or later generation link access control (LAC) protocols or the radio link control protocol (RLCP) of the Wideband CDMA system, or also lower-layer retransmission protocols, such as the medium access control (MAC). In the following, the preferred embodiments of the invention will be described by using as an

example the second-generation GSM system and the third-generation UMTS. In the description below, the GSM radio link protocol will be called RLP and the UMTS radio link protocol will be called LAC.

A GSM network consists of two basic parts: a base station system  
5 BSS and a network subsystem NSS. The BSS and the mobile stations MS communicate via radio connections. In the BSS, each cell is served by a base station BTS. A number of BTSs are connected to a base station controller BSC the function of which is to control radio frequencies and channels used by a BTS. The BSCs are connected to a mobile services switching centre MSC.  
10 Certain MSCs are connected to other telecommunication networks, such as the public switched telephone network PSTN, and they comprise gateway functions for calls terminating at and originating from these networks. These MSCs are known as gateway-MSCs (GMSC). There are also at least two databases: a home location register HLR and a visitor location register VLR.

15 A mobile communication system comprises adapter functions for adapting an intra-network data link to the protocols used by terminal equipments and other telecommunication networks. The adapter functions typically include a terminal adaptation function TAF placed at the interface between a mobile station and a data terminal equipment connected thereto,  
20 and an interworking function IWF situated at the interface between the mobile network and another telecommunication network, usually in connection with an MSC. In the GSM system a data link is set up between a TAF of the MS and an IWF in the mobile network. The TAF adapts a data terminal equipment DTE connected or integrated to the MS to the aforementioned GSM data link that is  
25 set up over a physical connection using one or several traffic channels. The IWF connects the GSM data link for example to another telecommunication network, such as an ISDN or another GSM network, or to some other transit network, such as a PSTN.

Figure 3 illustrates protocols and functions required for non-  
30 transparent bearer services. A non-transparent circuit switched connection between a TAF and an IWF on a GSM traffic channel comprises several protocol layers that are common to all these services. They include different rate adaptation RA functions, such as RA1' between the TAF and a channel codec unit CCU placed in the BSS, RA1 between the CCU and the IWF, RAA  
35 (or RAA' for a 14.4 kbit/s channel) between the CCU and a transcoder unit TRAU placed remote from the base station, and RA2 between the TRAU and



the IWF. The rate adaptation functions RA are defined in the GSM recommendations 04.21 and 08.20. Communication between the CCU and the TRAU is defined in the GSM recommendation 08.60. Information that has been RA1' rate-adapted in the radio interface is also channel-coded as defined

5 in the GSM recommendation 5.03, which is illustrated by blocks FEC in the MS and the CCU. The IWF and the TAF also comprise higher-level protocols that are specific to each service. In an asynchronous non-transparent bearer service the IWF requires an L2R (Layer 2 Relay) protocol and a radio link protocol RLP and a modem or a rate adapter towards the fixed network. The

10 L2R functionality for non-transparent character oriented protocols is defined for example in the GSM recommendation 07.02. The RLP is defined in the GSM recommendation 04.22. The RLP is a frame-structured, balanced (HDLC-type) data transmission protocol, where error correction is based on retransmission of distorted frames at the request of the receiving party. The

15 interface between the IWF and for example an audio modem MODEM is as defined in CCITT V.24 and it is denoted in Figure 3 by L2. This non-transparent configuration is also used to access the Internet.

The RA1 and RA1' rate adaptations map each 240-bit RLP frame into four modified 80-bit V.110 frames (between the MSC and the BSS) or into

20 four modified 60-bit V.110 frames (at the radio interface). A bit sequence called "Frame Start Identifier" is used to indicate which V.110 frame in the bit stream is the first one for a particular RLP frame. The first quarter of the RLP frame is transmitted in this V.110 frame, the second quarter is transmitted in the next frame, the third quarter in the third frame and the fourth one in the

25 fourth frame, whereafter a new RLP frame begins.

In the HSCSD concept of the GSM system, a high-speed data signal is divided into separate data streams, which are then transmitted via N subchannels (N traffic channel time slots) at the radio interface. When the data streams have been divided they are conveyed in the subchannels as if they

30 were mutually independent until they are again combined in the IWF or the MS. However, logically these N subchannels belong to the same HSCSD connection, i.e. they form one HSCSD traffic channel. According to the GSM recommendations dividing and combining a data stream are carried out in a modified RLP, which is thus common to all the subchannels. Below this

35 common RLP each subchannel comprises separately the same protocol stack RA1'-FEC-FEC-RA1'-RAA-RAA-RA2-RA2-RA1, which is shown in Figure 3 for

one traffic channel between the MS/TAF and the MSC/IWF. Therefore an HSCSD traffic channel according to the GSM recommendations will still use the common RLP for the different subchannels even though the bit rate on a single subchannel can be as high as 64 kbit/s.

5           An example of a third-generation network is the UMTS, which is still under development. It should be noted that the detailed structure of the UMTS access network is not significant for the invention. According to the simplest scenario the UMTS is an access network the functions of which are strictly limited to radio access functions. Therefore it mainly comprises functions for  
10 controlling radio resources (handover, paging) and for controlling bearer services (radio network service control). The more complicated functions, such as registers, register functions, mobility management and location management, are placed in a separate network subsystem NSS or in the core network. The NSS or the core network may be, for example, the GSM  
15 infrastructure. In Figures 1 and 2 the third-generation radio access network comprises base stations BS and a radio network controller RNC. It is further assumed that the third-generation system employs the link access control LAC protocol between the MS and the MSC/IWF, the protocol differing from second-generation radio link protocols, such as the RLP. A physical traffic  
20 channel comprises lower protocols, in the frames of which the LAC frames are transmitted. In principle a protocol stack of a third-generation mobile communication system may be similar as described above in connection with the GSM system, except that RLP is replaced with LAC.

Figure 4 illustrates in another manner protocol layers of a pure third-  
25 generation mobile communication system. The LAC protocol extends from end to end between an MS and an MSC. At the radio interface between the MS and the BS/RNC there is MAC (Medium Access Control) and a physical layer (radio channel) below the LAC. At the network interface between the BS/RNC and the MSC there is a transmission layer and a physical layer (transmission  
30 channel) below the LAC. Figure 5 shows a basic structure of an LAC frame comprising a fixed-length header, a variable-length information field, and a fixed-length frame check sequence FCS. It is possible that in third-generation systems the LAC throughput is optimized under varying radio conditions by manipulating the length of the LAC frame. Generally, there can be two reasons  
35 for changing conditions: different radio environments and different MAC bearer services. At the start of a connection it is possible to use for optimum frame

size a default value based on connection parameters. During the connection it is possible to monitor the quality of the data transmission, for example the frame error ratio (FER). If the FER drops below a predetermined limit indicating good conditions, the frame size is increased. If the FER exceeds  
5 another predetermined limit, the frame size is decreased. With such an arrangement the LAC tries to optimize the frame size for the radio conditions and bit error ratio in each case. However, there may be specified maximum and minimum values for the frame size, depending on the bit rate. If the data is not transmitted sufficiently rapidly for some reason, the actual frame size can  
10 be smaller than the optimum frame size in order to avoid delays. The MAC layer can also indicate the present conditions, thus helping the LAC to adapt more rapidly. The optimum frame size can be the same or different for different transmission directions, which means that both ends are able to negotiate the optimum frame size or each end uses its own optimum frame size. It should be  
15 noted that the arrangement described above is only a scenario of the inventors concerning the adjustment of the frame length. It is not essential to the invention how the frame length is changed. The invention can also be applied in situations where the frame length is fixed or agreed upon only at the start of the connection.

20           Figures 6A to 6C illustrate the payload unit numbering according to the invention. A transmitter splits a data stream 61 to be transmitted into fixed-length data blocks or payload units 62. The size of the payload unit 62 is preferably equal to or smaller than the shortest information field in the frames of the used protocol(s), such as the LAC. The transmitter and/or the receiver  
25 obtains the length of the payload unit directly or indirectly from outband or inband signalling. The length can also be negotiated at the beginning of the connection or again during the connection. The payload units 62 are inserted into the information field of LAC frames 63. Therefore each LAC frame 63 carries one or more payload units 62. In an optimum situation the length of the  
30 information field in the LAC frame 63 equals  $n \cdot$  the length of the payload unit 62, wherein  $n$  is an integer. For example in Figure 6C, the LAC frames comprise  $n$  payload units. Each LAC frame 63 further comprises a frame check sequence FCS. Instead of frame numbering the LAC frame carries in the header field  $H$  the payload unit numbering indicating which payload units  
35 are transferred in the information field of the LAC frame. In the example shown in Figure 6C, the numbering in the header field, i.e. a so-called transmission

number, indicates that in addition to the number of the first payload unit 62, e.g. number 1, the header of the LAC frame can contain the data that the information field of the LAC frame comprises  $n$  payload units. The receiver can also conclude itself the number of the payload units in the frame, it can know  
5 the number in advance or it can receive information in some other manner. On the basis of the transmission number and the information on the number of payload units, the receiver is able to calculate the numbers of the other payload units in the frame, if necessary, and the number of the next payload unit it wants. The receiver can transmit this next number, i.e. a so-called  
10 reception number, in acknowledgement to the transmitter if the LAC frame was received successfully. As a result of the acknowledgement the transmitter transmits the requested payload unit and  $n-1$  next payload units in the next LAC frame. If the FCS indicates that the content of the received LAC frame was faulty or if the frame is missing entirely, the receiver can request for  
15 retransmission of the entire LAC frame by sending in acknowledgement the transmission number given in the faulty frame. If it can be concluded from the FCS that the faulty bit is in the  $k$ th payload unit (where  $k$  is an integer and  $k \leq n$ ), the receiver can transmit the number of this corrupted payload unit in acknowledgement in an embodiment of the invention. As a result of the  
20 acknowledgement the transmitter retransmits the requested payload unit and  $(n-k+1)$  following payload units together with  $(k-1)$  new payload units in the next LAC frame. If the data transmission is bidirectional, the above-described operation can take place in both transmission directions. In such a case the header  $H$  of the LAC frames 63 may contain both a transmission number for  
25 one transmission direction and a reception number for the other transmission direction. Further, it is possible to use windowing with the payload numbers similarly as in the protocols based on frame numbers.

Figure 7 shows an example of data transmission and retransmission based on the payload numbering according to the invention. A  
30 transmitter Tx transmits an LAC frame 71, which comprises three payload units, numbers 1, 2 and 3, and it stores the LAC frame 71 or only the payload units 1 to 3 in a retransmission buffer. The header of the LAC frame 71 indicates the number of the first payload unit, i.e. number 1. A receiver Rx receives the LAC frame without errors and transmits an LAC  
35 acknowledgement frame 72, where the header indicates the number of the next desired payload unit, i.e. number 4. The transmitter Tx transmits the next

LAC frame 73, which contains payload units 4, 5 and 6, and it stores the LAC frame 73 or only payload units 4 and 5 in the retransmission buffer. The reception of the entire LAC frame 73 fails and the receiver Rx transmits an LAC acknowledgement frame 74 where payload unit 4 is again requested for.

- 5 The transmitter Tx retransmits payload units 4, 5 and 6 in an LAC frame 75.

Figures 8A, 8B and 8C illustrate how a transmitter Lx processes frames to be retransmitted when the frame length is changed during the connection. Figure 8A shows an "old" frame in the transmission buffer, comprising n payload units. After the frame length has changed, the  
10 transmitter Tx splits the "old" frame back into payload units (Figure 8B) and packs the payload numbers into "new" frames, each of which comprises two payload units (Figure 8C). The payload numbering in the header of the new frame indicates which payload units the new frame comprises.

Figure 9 shows an example of the data transmission and  
15 retransmission according to the invention, based on payload numbering, when the frame length changes in the middle of the transmission. LAC frames 71 to 74 are transmitted in the same manner as in Figure 7. After LAC frame 73 has been transmitted, the frame length is shortened such that only two payload units are transmitted in one new frame instead of the old three units. After the  
20 frame length has changed, the transmitter Tx receives an acknowledgement frame 74 requesting for retransmission of payload units 4 to 6. The transmitter Tx unpacks the old LAC frame 73 as shown in Figure 8 and inserts payload units 4 and 5 into a new LAC frame 91, which is transmitted to the receiver Rx. The receiver Rx acknowledges with an LAC frame 92, where payload unit 6 is  
25 requested for next. The transmitter Tx transmits an LAC frame 93 containing the payload unit 6 to be retransmitted and a new payload unit 7. The retransmissions could thus be carried out without interference to the retransmission sequences as a result of the changed LAC frame length, since the payload numbering and the modes of the transmitter and the receiver  
30 remain the same after the change. The only thing that changes is the LAC frame throughput, i.e. the number of the payload units transferred in one LAC frame.

By means of the payload numbering it is also possible to improve the interworking of link layer protocols between two different radio systems.  
35 Figure 10 shows a mobile communication system where a third-generation radio access network is connected to a second-generation mobile services

switching centre MSC. The radio access network supports the link access control LAC protocol and the MSC supports the radio link protocol RLP. Between the radio access network and the MSC there is an interworking function described in the form of an interworking unit IWU. The LAC protocol is applied between the MS and the IWU. The RLP protocol is applied between the IWU and the MSC. The IWU comprises an LAC/RLP function which understands both the LAC and the RLP formats and converts the transmission formats and functions between the LAC and the RLP. If a particular function is supported by only one of the protocols, the IWU preferably deactivates such a function during the protocol negotiations. Therefore all the functions operate from end to end between the MS and the IWU.

According to the invention, the LAC frames carry data in fixed-length payload units, as described above. Also, the retransmission mechanism between the MS and the IWU is based on payload numbering and not on LAC frame numbering. The length of a payload unit equals the length of an information field in an RLP frame. This means that one RLP frame carries one payload unit. When the retransmission mechanism between the IWU and the MSC employs conventional RLP numbering, the payload numbering is directly compatible with the RLP frame numbering. Therefore the same numbering applies over the entire connection between the MS and the MSC despite two different protocols. In other words, the RLP and the LAC process the same sequence numbers (the sequence numbers are synchronized) even though the LAC frames can be longer than the RLP frames. The IWU does not independently acknowledge the data it has received from the MS or the MSC, but it only performs a format conversion and forwards the information to the receiver, regardless of whether the information is user data, acknowledgements or protocol commands/responses.

Figure 11 illustrates the data transmission according to the invention in a network configuration of the type shown in Figure 10. An MS transmits an LAC frame 111 comprising three payload units, numbers 1 to 3. The header of the frame 111 indicates that the first payload unit is number 1. The IWU receives the LAC frame 111, unpacks payload units 1 to 3 from the frame 111 and packs them into three RLP frames 112, 113 and 114, the frame numbers of which are correspondingly 1, 2 and 3. The RLP frames are inserted into a transmission buffer. The IWU transmits the first RLP frame (frame number 1) to the MSC. The MSC acknowledges successful reception

with an RLP frame 115, where frame number 2 is requested for next. Since such a frame is found in the transmission buffer, the IWU transmits a second RLP frame (frame number 2) to the MSC. The MSC acknowledges successful reception with an RLP frame 116, where frame number 3 is requested for next.

5 Since such a frame is found in the transmission buffer, the IWU transmits a third RLP frame (frame number 3) to the MSC. The MSC acknowledges successful reception with an RLP frame 117, where frame number 4 is requested for next. This exchange of RLP frames is shown without the use of windowing, but the changes it causes in the operation are evident to those skilled in the art. In the windowing the IWU transmits for example all the RLP frames 112 to 114 one after another (the size of a window is three or more RLP frames) and the MSC only transmits one RLP acknowledgement frame 117. Since frame number 4 is not found in the transmission buffer, the IWU converts the RLP acknowledgement frame 117 into an LAC acknowledgement frame 118, where the header contains a request for payload unit 4. The MS transmits a new LAC frame where the information field contains payload units 4 to 6 and the header contains payload unit number 4. The IWU stores the RLP frames in the retransmission buffer until it receives acknowledgement from the MSC. If, at some point, the MSC transmits an RLP frame requesting for the retransmission of a frame, the IWU transmits the requested frame from its retransmission buffer.

10  
15  
20

By means of the arrangement according to the invention it is possible to avoid problems in handovers even if the IWU changes since the protocols stay the same at the connection end points (the MSC and the MS) and there is no need to reset protocol state machines. Both the MS and the MSC know which frames have already been received and acknowledged.

25

Figure 12 shows an example where an MS is handed over from the "old" IWU to the "new" IWU during the transmission of an LAC frame. The start resembles Figure 11. The MS transmits to the old IWU an LAC frame 121 containing three payload units, numbers 1, 2 and 3. The IWU 100 converts the LAC frame into RLP format and transmits a first RLP frame 122. The MSC transmits positive acknowledgement 123 and the IWU transmits a second RLP frame 124. The MSC also acknowledges this frame (125). Now the MS is handed over to a base station which is connected to the "new" IWU 101, and the RLP connection is set up to the new IWU 101. Therefore the MSC does not receive RLP frame number 3 and the new IWU 101 does not receive

30  
35

acknowledgement for the third RLP frame. Since the MS does not receive within a predetermined time acknowledgement for payload units 1 to 3 that were transmitted in the LAC frame, an LAC timer expires and the MS retransmits the payload units in an LAC frame 126 to the new IWU 101. The new IWU 101 converts the LAC frame 126 into RLP format and transmits a first RLP frame 127. The sequence number of the first RLP frame 127 is the same as the number of the first payload unit in the LAC frame, i.e. 1. The MSC now knows that it has already received RLP frames 1 and 2 via the old IWU and it requests with an RLP acknowledgement frame 128 the new IWU to transmit RLP frame number 3. The new IWU 101 transmits an RLP frame 129, i.e. frame number 3, and the MSC transmits an RLP acknowledgement frame 130 where frame number 4 is requested for next. Since the IWU does not comprise this frame, the IWU converts the RLP frame 130 into an LAC frame 131, which contains a request to transmit payload unit 4. The LAC frame 131 thus acknowledges the LAC frame 126. The handover was thus carried out without the doubling or loss of user data.

In a preferred embodiment of the invention, a header of a frame only comprises one payload number indicating the first payload unit contained in the frame. This is sufficient and minimizes the overhead under normal circumstances. However, in special situations, such as when the data rate changes, it may be necessary to indicate in the frame header the numbers of all the payload units. In the invention this can be implemented by extending the frame header, as illustrated by examples in Figures 13 and 14.

Figure 13 shows a payload number field of a frame (e.g. an LAC frame), which can be extended. The length of the basic field is 16 bits (octets 1 and 2). The payload number (PN) is 14 bits. An H flag indicates whether the header extension is used or not. If the H flag is 0, the header ends in this octet and the next two octets (3 and 4) comprise data (i.e. the beginning of the first payload unit). If the H flag is 1, the next two octets (3 and 4) contain a new payload number. In an embodiment of the invention these additional payload numbers replace the first payload unit. A D flag (data segmentation extension) indicates whether the first payload unit comprises data segmentation information. If the D flag is 1, the first payload unit comprises segmentation information. If the D flag is 0, the first data unit comprises data. The data is typically divided (segmented) into payload units as a continuous flow and it can also be restored by placing the payload units one after another in



numerical order. The data segmentation information is required if the data is segmented in an unusual manner.

Normally the payload unit number field only contains octets 1 and 2 (H=0) indicating the number of the first payload unit in the frame.

5 Under special circumstances, for example when the data rate changes, it may be necessary to retransmit a few payload units "out of sequence" in one or more frames, which means that the payload units in the frames do not have successive numbers. According to an embodiment of the invention, the number field of the header is then extended by one or more  
10 numbers. This means that in the last number field H=0 and in the other fields H=1. Figure 14 shows an example of a frame with four individually numbered payload units which take the space of five payload units. Padding PAD (e.g. zerofill) is used to adapt the frame size into a multiple of the basic structure. In Figure 14 the size of the payload unit is 80 bits, the FCS is 16 bits and the  
15 basic header is 16 bits. The extended header is  $16+3*16=64$  bits. The padding PAD is 32 bits ( $80-3*16$ ), wherefore the frame size corresponds to a basic frame comprising four payload units. Normally the frame size changes when the number of the payload units is altered, in which case the frame size is  $16+16+n*80$  bits, where n is the number of the payload units. By means of the  
20 padding PAD also the length of a frame with an extended header is a multiple of the basic frame.

It is obvious that as the technology develops the basic idea of the invention can be implemented in several different manners. Therefore the invention and the embodiments thereof are not restricted to the examples  
25 described above, but they may vary within the scope of the claims.

## CLAIMS

1. A data transmission method in a telecommunication system, which method comprises a step of  
transmitting data in frames of a link protocol provided with a  
5 retransmission mechanism from a transmitting end to a receiving end,  
**characterized by**  
transmitting data in information fields of the protocol frames in fixed-length data blocks which have been numbered,  
using said data block numbering in said retransmission mechanism.
- 10 2. A method according to claim 1, **characterized** in that the method comprises steps of  
splitting the data to be transmitted into fixed-length payload units provided with payload numbers in order to distinguish the units from one another,  
15 inserting one or more payload units into the information field of each protocol frame,  
providing a header field of a protocol frame with payload numbering, which indicates the payload units contained in the information field of the protocol frame,  
20 transmitting the frames from the transmitting end to the receiving end,  
acknowledging payload units which have been received appropriately, requesting for transmission of new payload units or requesting for retransmission of payload units which have not been received appropriately  
25 by means of said payload numbers.
3. A method according to claim 2, **characterized** in that the method comprises steps of  
changing the length of the protocol frame during the connection,  
inserting the payload units to be retransmitted, which were  
30 transmitted for the first time before the frame length was changed, into one or several protocol frames with a new frame length.
4. A method according to claim 3, **characterized** in that the method comprises steps of  
unpacking the payload units from the protocol frames with the old  
35 frame length contained in a retransmission buffer at the transmitting end after the frame length has been changed.

5. A method according to any one of the preceding claims, **characterized** in that said link protocol provided with a retransmission mechanism is a layer 2 link protocol, such as a radio link protocol (RLP), a link access control (LAC) protocol or a radio link control protocol (RLCP), or a protocol situated below them, such as medium access control (MAC).

6. A method according to any one of the preceding claims, **characterized by**

indicating in the header of the protocol frame in a normal situation the number of only one payload unit contained in the information field,

10 indicating in the header of the protocol frame the number of every payload unit in the information field individually, when payload units with unsuccessive numbers are retransmitted in the protocol frame in a special situation.

7. A method according to claim 6, **characterized by**  
15 indicating said individual payload numbers in a frame header extension at the beginning of said information field.

8. A method according to claim 6 or 7, **characterized** in that said special situation is a change in the data rate.

9. A data transmission method in a mobile communication system  
20 comprising a mobile services switching centre with a first link protocol having a fixed frame length, provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission; a radio access network with a second link protocol provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission, the frame length of the second protocol being variable or the  
25 frame being longer than the frame of the first protocol; and an interworking unit via which the radio access network is connected to the mobile services switching centre, the method comprising steps of

transmitting data in frames of the first link protocol between the interworking unit and the mobile services switching centre,

30 using frame numbering in said retransmission mechanism between the interworking unit and the mobile services switching centre,

transmitting data in frames of the second link protocol between the mobile station and the interworking unit,

**characterized by**

35 transmitting data in the information fields of the second link protocol frames in the form of data blocks which are numbered, the length of said data

block being equal to the length of the information field of the first link protocol frame,

using said data block numbering in said retransmission mechanism between the interworking unit and the mobile station, said data block numbering being directly compatible with the frame numbering used between  
5 the interworking unit and the mobile services switching centre.

10. A data transmission method in a mobile communication system comprising a mobile services switching centre with a first link protocol having a fixed frame length, provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission; a radio access network with a second link  
10 protocol provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission, the frame length of the second protocol being variable; and an interworking unit via which the radio access network is connected to the mobile services switching centre, the method comprising steps of

15 transmitting data in frames of the first link protocol between the interworking unit and the mobile services switching centre,

transmitting data in frames of the second link protocol between the mobile station and the interworking unit,

**characterized by**

20 transmitting data in the information fields of the second link protocol frames in the form of data blocks which are numbered,

selecting the length of the data block such that the frame length of the second link protocol is equal to or smaller than the length of the first link protocol frame or information field,

25 transmitting the frames of the second link protocol in place of the frames of the first link protocol or in the information fields thereof between the interworking unit and the mobile services switching centre,

using said data block numbering in the retransmission mechanism according to the second link protocol over the entire connection between the  
30 mobile station and the mobile services switching centre.

11. A telecommunication system comprising a transmitter (Tx) and a receiver (Rx) and a link protocol provided with a retransmission mechanism, the transmitter and the receiver being arranged to transmit data in the frames of the link protocol from the transmitting end to the receiving end, **characterized** in that the data is placed in the information fields of the protocol  
35 frames (62, 71, 73, 75) in fixed-length data blocks (62) which are numbered,

and that said retransmission mechanism is arranged to utilize said data block numbering.

12. A system according to claim 11, **characterized** in that the information field of each protocol frame comprises one or more data blocks  
5 (62) and that a header field (H) of a protocol frame is provided with payload numbering indicating the payload units in the information field of the protocol frame.

13. A system according to claim 11 or 12, **characterized** in that the receiver (Rx) is arranged to acknowledge appropriately received  
10 payload units (62), to request for transmission of new payload units or to request for retransmission of inappropriately received payload units by means of said payload numbers.

14. A system according to claim 11, 12 or 13, **characterized** in that the length of the protocol frame (62, 71, 73, 75) can be changed during  
15 the connection, and that the transmitter (Tx) is arranged to insert the payload units to be retransmitted, which were transmitted for the first time before the frame length was changed, into one or several protocol frames with a new frame length in response to the changing of the frame length.

15. A system according to claim 14, **characterized** in that  
20 the transmitter (Tx) is arranged to unpack the payload units from the protocol frames with the old frame length in the retransmission buffer in response to the changing of the frame length.

16. A system according to any one of claims 11 to 15, **characterized** in that said link protocol provided with a retransmission mechanism  
25 is a layer 2 link protocol, such as a radio link protocol (RLP), a link access control (LAC) protocol or a radio link control protocol (RLCP), or a protocol situated below them, such as medium access control (MAC).

17. A system according to any one of claims 11 to 16, **characterized** in that the length of the payload unit (62) can be obtained either  
30 directly or indirectly from inband or outband signalling.

18. A system according to any one of claims 11 to 17, **characterized** in that the length of the payload unit (62) can be negotiated at the beginning of the connection and/or during the connection.

19. A system according to any one of claims 11 to 18, **characterized** in that  
35

the header of the protocol frame normally contains the number of one payload unit in the information field,

the header of the protocol frame contains the individual number of each payload unit in the information field when payload units with  
5 unsuccessful numbers are retransmitted in the protocol frame in a special situation, which is, for example, a change in the data rate.

20. A system according to claim 19, **characterized** in that the header of the protocol frame can be extended to the beginning of the information field in order to indicate said individual payload numbers.

10 21. A mobile communication system comprising a mobile services switching centre (MSC) with a first link protocol (RLP) provided with a fixed frame length and a retransmission mechanism utilizing frame numbering for non-transparent data transmission; a radio access network (RAN) with a  
15 second link protocol (LAC) provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission, the frame length of the second protocol being variable or the frame being longer than the frame of the first protocol; and an interworking unit (IWU) via which the radio access network (RAN) is connected  
20 to the mobile services switching centre (MSC) such that a transmission link is provided between a mobile station (MS) and the mobile services switching centre (MSC) via the radio access network (RAN), the transmission link comprising a first leg between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC) and a second leg between the mobile station (MS) and the interworking unit (IWU), **characterized** in that the data is  
25 situated in the information fields of the second link protocol (LAC) frames in the form of data blocks (62) which are numbered, the length of said data block (62) equalling the length of the information field of the first link protocol (RLP) frame, and that the retransmission mechanism of the second link protocol (LAC) is arranged to use said data block numbering between the interworking  
30 unit (IWU) and the mobile station (MS), said data block numbering being directly compatible with the frame numbering used between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC).

22. A mobile communication system comprising a mobile services switching centre (MSC) with a first link protocol (RLP) having a fixed frame  
35 length, provided with a retransmission mechanism for non-transparent data transmission; a radio access network (RAN) with a second link protocol (LAC) provided with a retransmission mechanism for non-transparent data

transmission, the frame length of the second protocol being variable; and an interworking unit (IWU) via which the radio access network (RAN) is connected to the mobile services switching centre (MSC) such that a transmission link is provided between a mobile station (MS) and the mobile services switching  
5 centre (MSC) via the radio access network (RAN), the transmission link comprising a first leg between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC) and a second leg between the mobile station (MS) and the interworking unit (IWU), **characterized** in that the mobile station (MS) and the interworking unit (IWU) are arranged to transmit data in  
10 the information fields of the second link protocol (LAC) frames in the form of data blocks (62) which are numbered, and that the length of the data block (62) is such that the frame length of the second link protocol (LAC) is equal to or smaller than the length of the first link protocol (RLP) frame or information field, and that the interworking unit (IWU) and the mobile services switching  
15 centre (MSC) are arranged to transmit the frames of the second link protocol (LAC) in place of the frames of the first link protocol (RLP) or in the information fields thereof between the interworking unit (IWU) and the mobile services switching centre (MSC), and that the mobile station (MS) and the mobile services switching centre (MSC) are arranged to use said data block  
20 numbering in the retransmission mechanism according to the second link protocol (LAC) over the entire connection between the mobile station and the mobile services switching centre.

23. A mobile station (MS) which is arranged to transmit and receive data in frames of a link protocol (LAC) provided with a retransmission  
25 mechanism, **characterized** in that the data is placed in information fields of the protocol frames in the form of fixed-length data blocks (62) which are numbered, and that said retransmission mechanism is arranged to utilize said data block numbering.

24. A mobile station according to claim 23, **characterized** in  
30 that the information field of each protocol frame comprises one or more data blocks (62), and that a header field (H) of a protocol frame is provided with payload numbering indicating the data blocks (62) contained in the information field of the protocol frame.

25. A mobile station according to claim 23 or 24, **character-**  
35 **ized** in that the mobile station (Rx) is arranged to acknowledge appropriately

received data blocks, to request for transmission of new data blocks or to request for retransmission of inappropriately received data blocks.

26. A mobile station according to claim 23, 24 or 25, **characterized** in that the length of the protocol frame can be changed during the  
5 connection, and that the mobile station (MS) is arranged to insert the data blocks to be retransmitted, which were transmitted for the first time before the frame length was changed, into one or several protocol frames with a new frame length in response to the changing of the frame length.

27. A mobile station according to any one of claims 23 to 26,  
10 **characterized** in that said link protocol provided with a retransmission mechanism is a layer 2 link protocol, such as a radio link protocol (RLP), a link access control (LAC) protocol or a radio link control protocol (RLCP), or a protocol situated below them, such as medium access control (MAC).

28. A mobile station according to any one of claims 23 to 27,  
15 **characterized** in that it is a dual-mode mobile station with ability to operate in two radio systems with different radio interfaces.

29. A mobile station according to any one of claims 23 to 28, **characterized** in that

the header of the protocol frame normally contains the number of  
20 one payload unit situated in the information field,

the header of the protocol frame contains the individual number of each payload unit in the information field when payload units with unsuccessive numbers are retransmitted in the protocol frame in a special situation, which is, for example, a change in the data rate.



2G radio access

1/5

Fig. 1

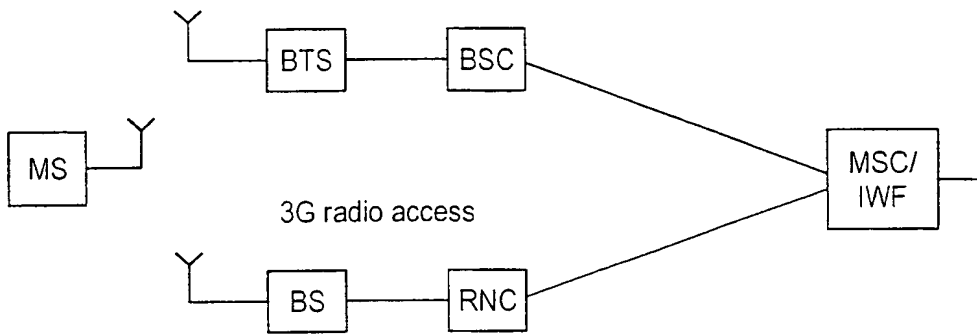


Fig. 2

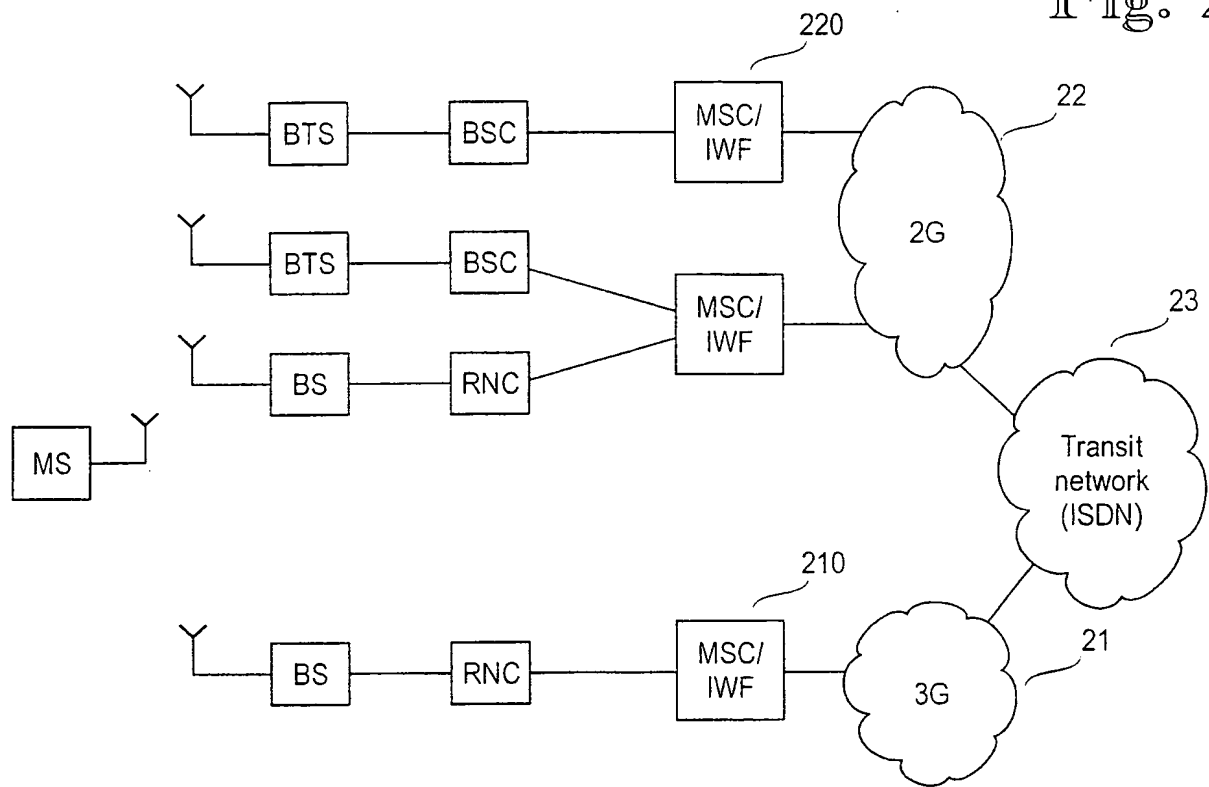
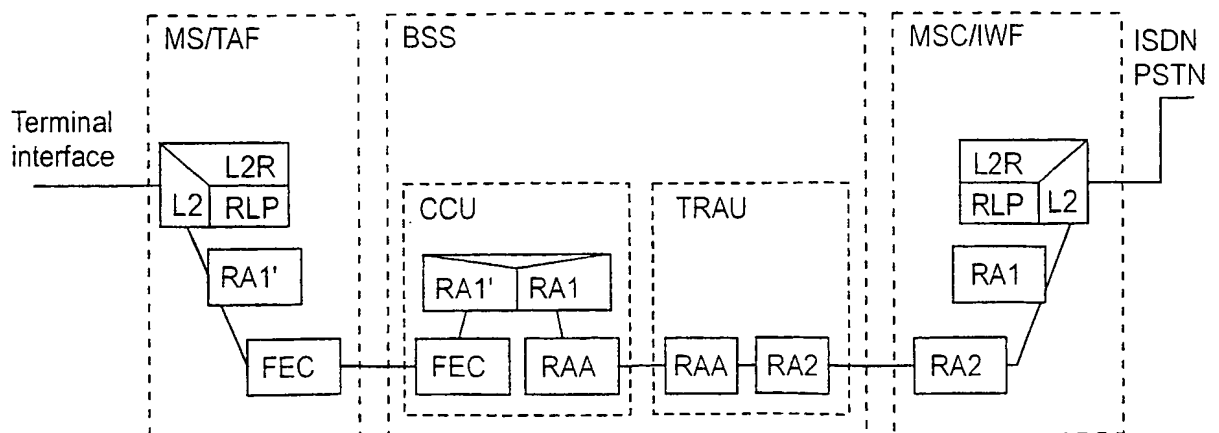


Fig. 3



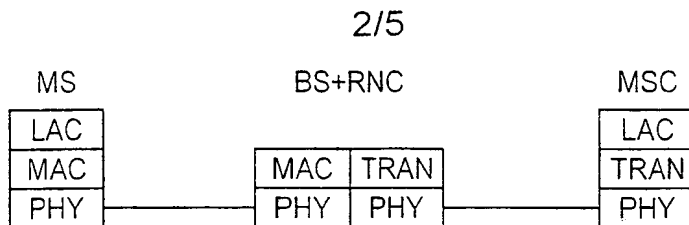


Fig. 4

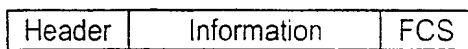


Fig. 5

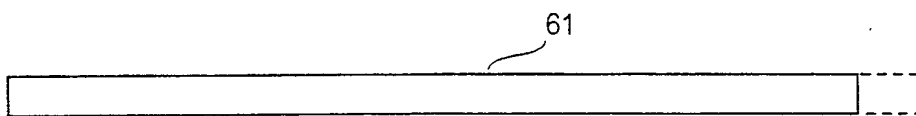


Fig. 6A

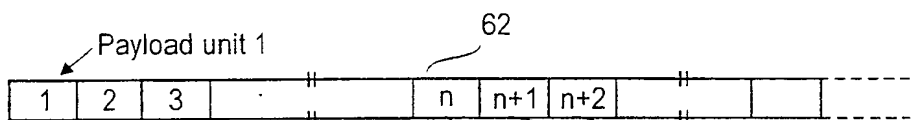


Fig. 6B

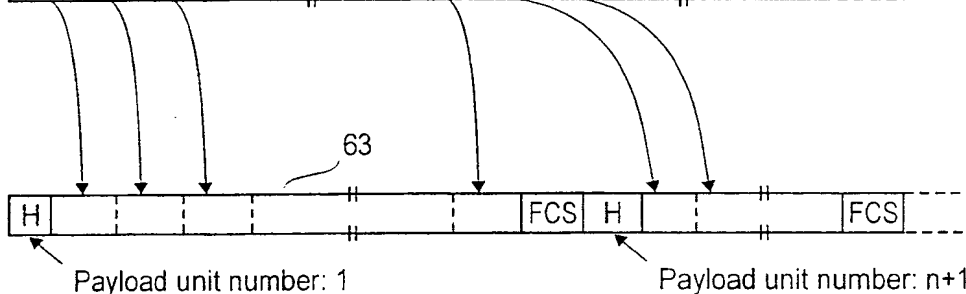


Fig. 6C

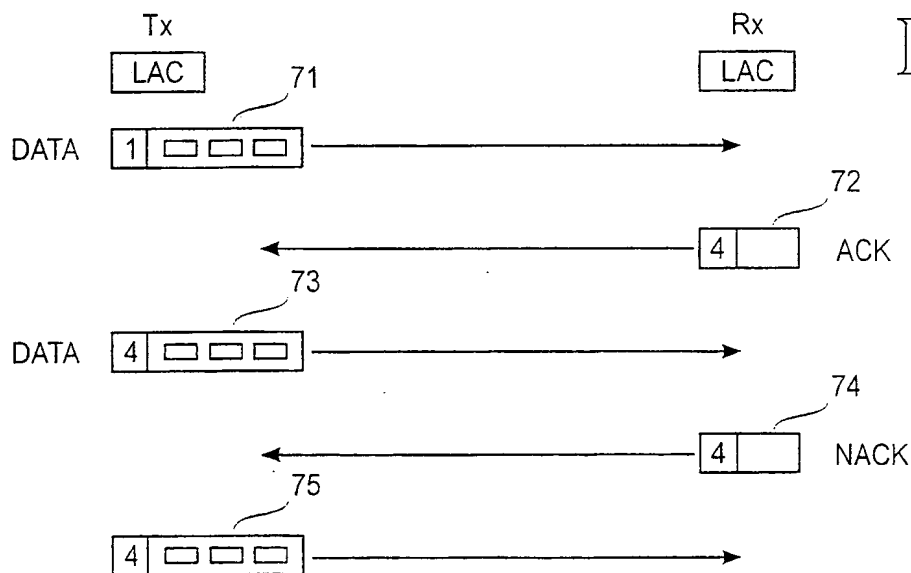
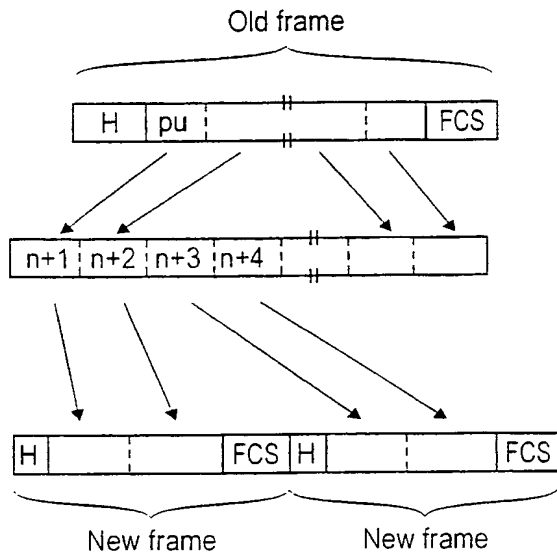


Fig. 7

3/5

Fig. 8A



Payload units packed in "old" long frames in retransmission buffer

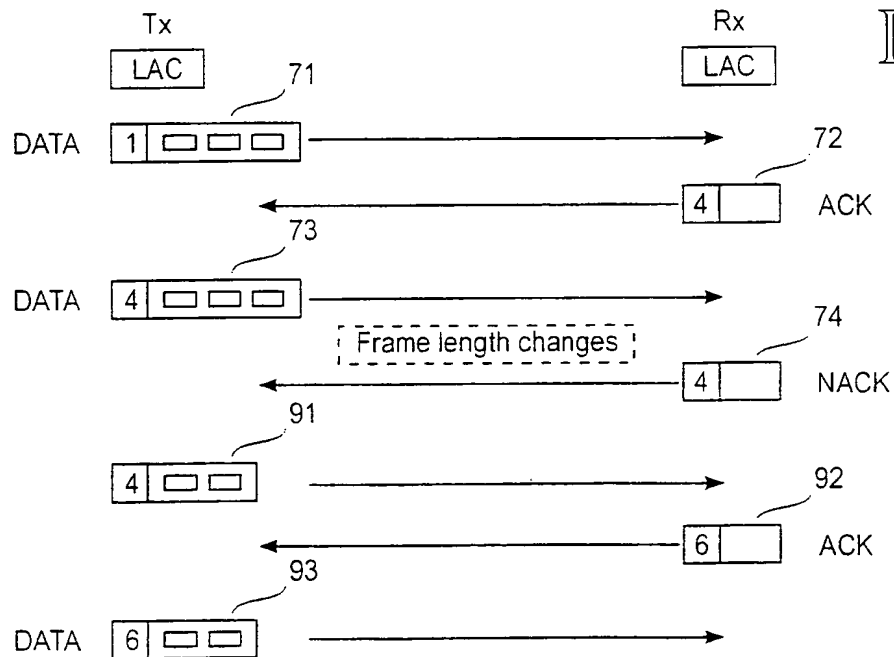
Fig. 8B

Payload units to be retransmitted are separated from "old" frames

Fig. 8C

and packed in "new" short frames that are transmitted

Fig. 9



4/5

Fig. 10

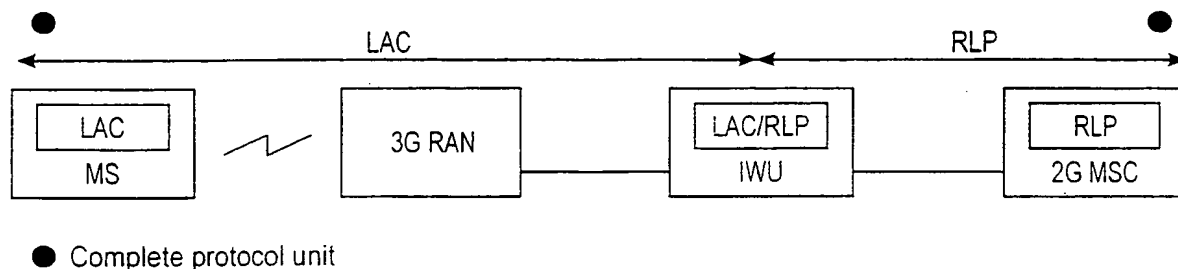


Fig. 11

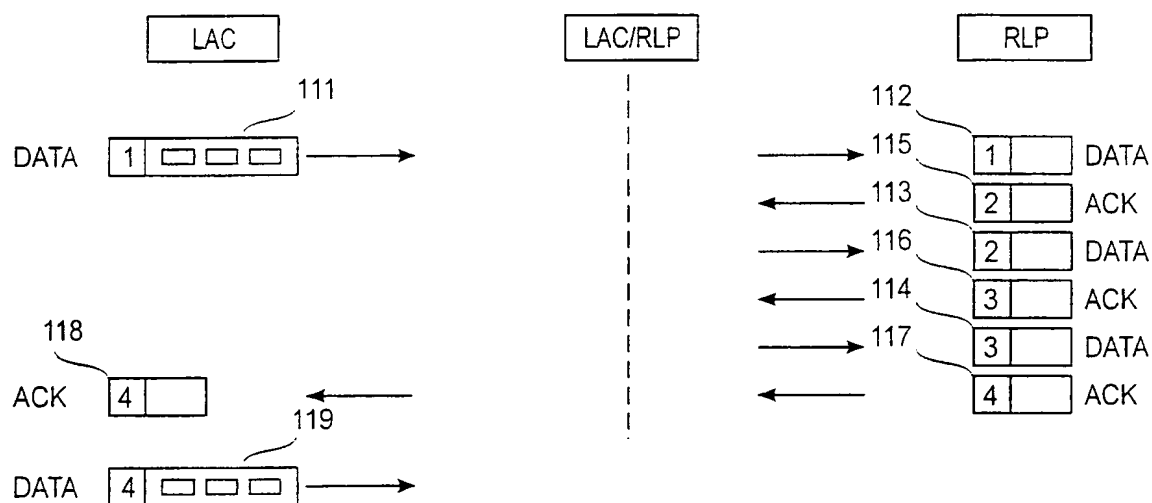
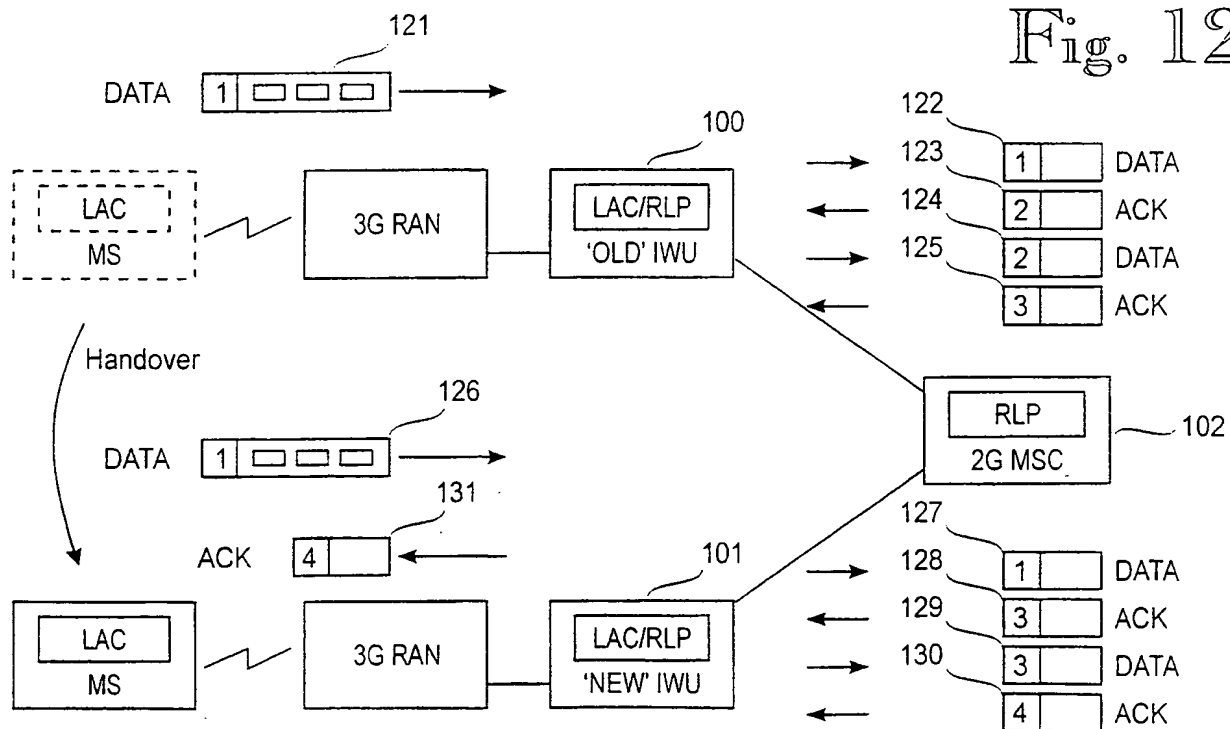


Fig. 12



5/5

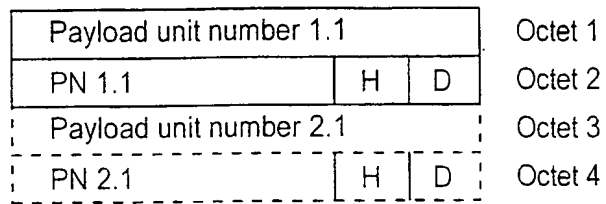


Fig. 13

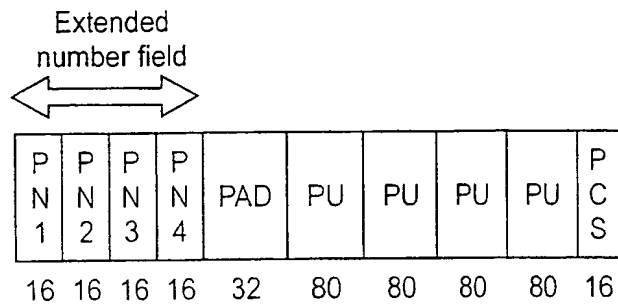


Fig. 14